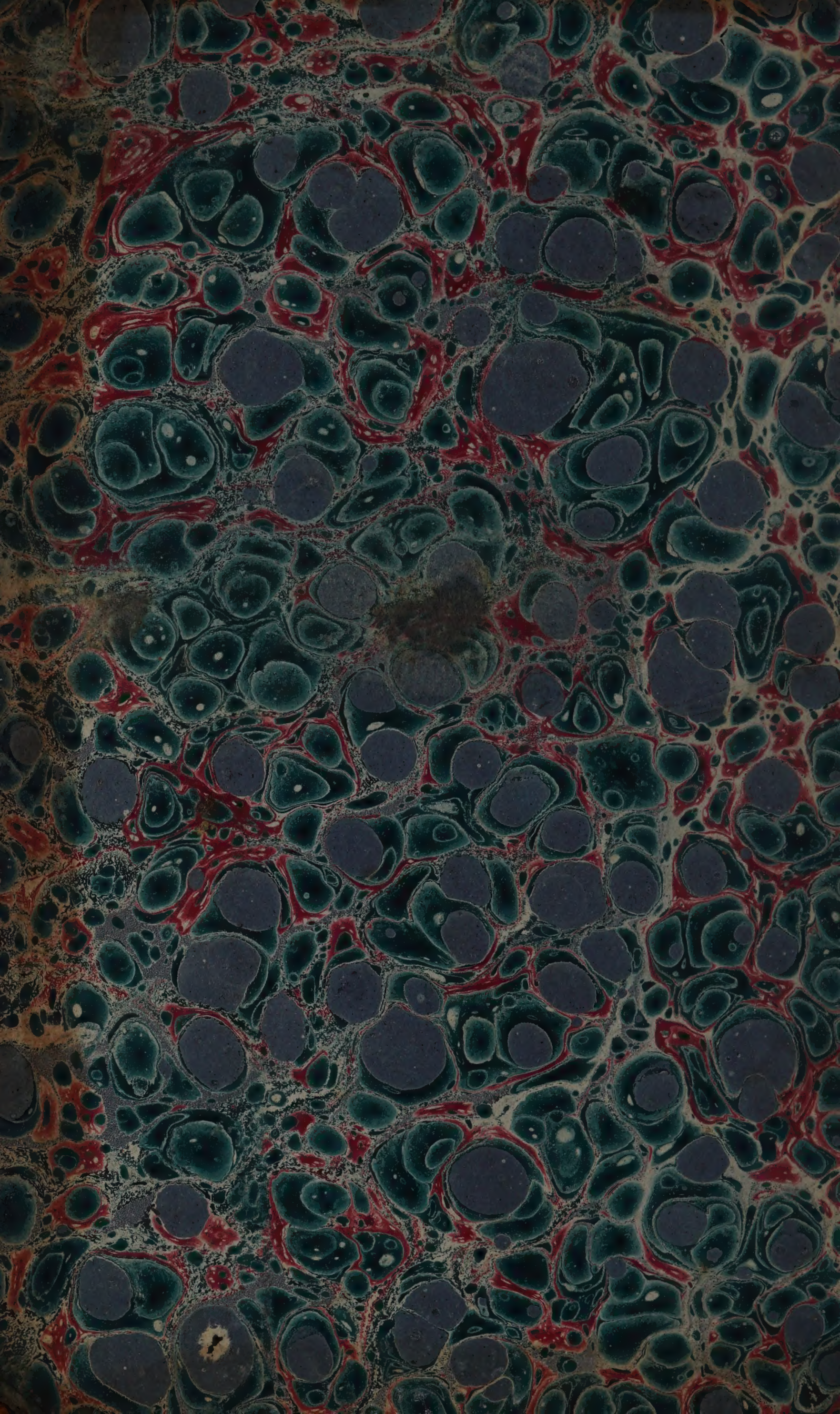
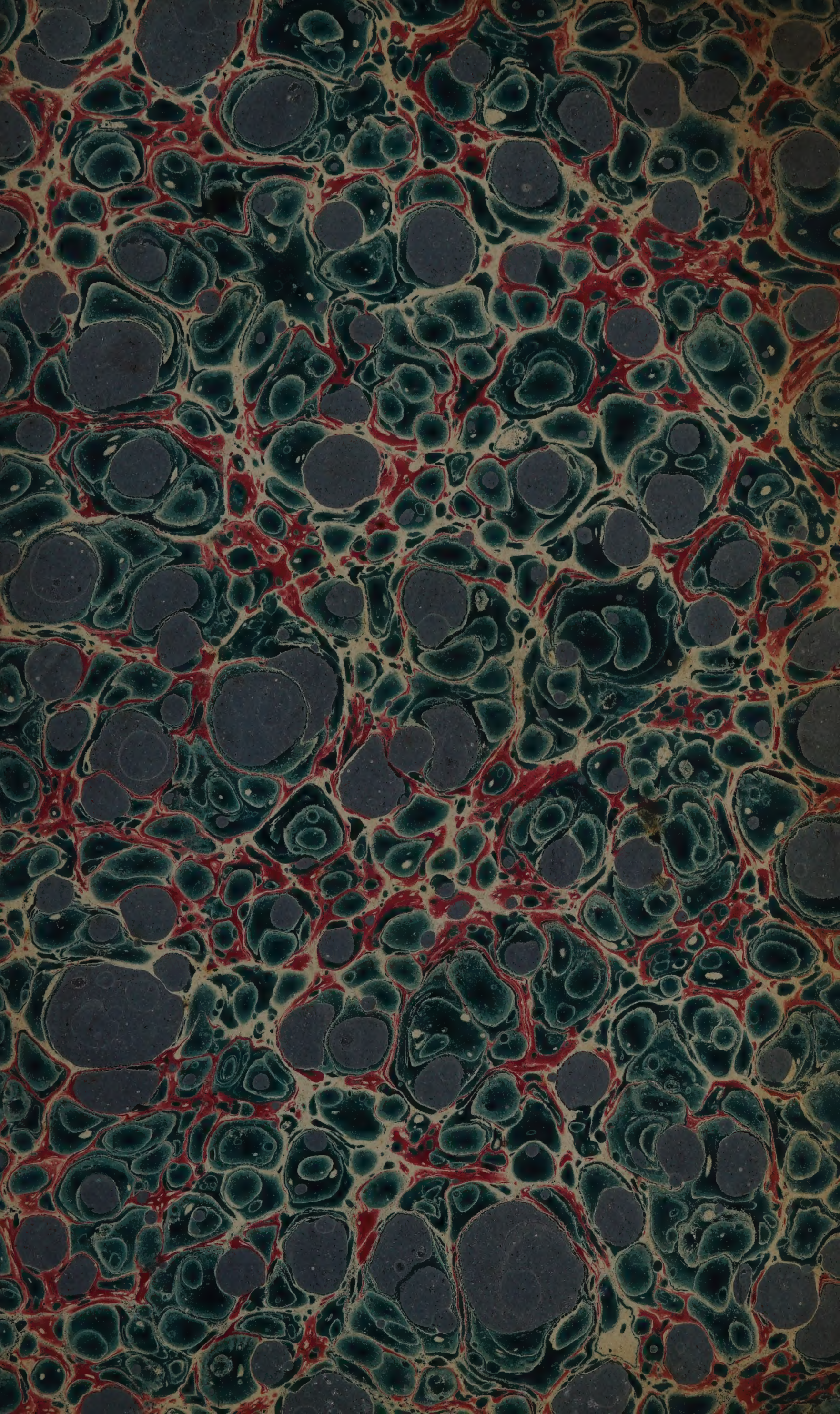

VILLE
de Paris.





ÉLÉMENTS

DE TECHNOLOGIE.

PARIS.—IMPRIMERIE DE FAIN ET THUNOT,
IMPRIMEURS DE L'UNIVERSITÉ ROYALE DE FRANCE,
Rue Racine, n° 28, près de l'Odéon.

ÉLÉMENTS
DE
TECHNOLOGIE
OU
DESCRIPTION DES PROCÉDÉS DES ARTS
ET DE L'ÉCONOMIE DOMESTIQUE,

POUR PRÉPARER, FAÇONNER ET FINIR LES OBJETS A L'USAGE DE L'HOMME;

OUVRAGE DESTINÉ A L'INSTRUCTION DE LA JEUNESSE,
AUX PÈRES DE FAMILLE, AUX COLLÉGES, INSTITUTIONS, PENSIONNATS.

DÉDIÉ A M. DUMAS,
Vice-président de l'Académie des sciences et de la Société d'encouragement, etc.

Seconde édition, corrigée et augmentée,

PAR L. B. FRANCOEUR,
Membre de l'Académie des sciences, de la Société royale et centrale d'agriculture,
Vice-président de la Société d'encouragement, Professeur
de la Faculté des sciences de Paris, etc.

PARIS.
LOUIS COLAS, LIBRAIRE
DE LA SOCIÉTÉ POUR L'INSTRUCTION ÉLÉMENTAIRE,
RUE DAUPHINE, N° 32.

1842.

A M. DUMAS,

VICE-PRÉSIDENT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

ET DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT, ETC.

Mon savant confrère,

Dévoué à l'industrie, j'ai pensé qu'il fallait en inspirer le goût à la jeunesse, en lui exposant les principaux procédés des arts, qu'il est actuellement honteux d'ignorer. Le public a accueilli mon ouvrage. Uni à vous par l'amitié, longtemps avant que je le fusse à la Faculté des sciences, à la vice-présidence de la Société d'encouragement et à l'Académie des sciences, j'ai été heureux de vous voir accepter l'hommage d'un traité dont le but s'accorde si bien avec vos vues patriotiques.

Recevez, mon cher confrère, l'expression de ma reconnaissance et de mon inaltérable attachement.

FRANCOEUR.

26 juillet 1842.

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES MATIÈRES.

FIN DE LA TABLE ALPHABÉTIQUE.

ERRATA.

Page 78, ligne 17, agire chou, *lisez :* aigre chou.

Page 207, — 4 en remontant, *lisez :* le caoutchouc n'est ni une gomme, ni une résine.

Page 228, — 3, On pose, *lisez :* On plie toutes les feuilles et on les range selon leur ordre de pagination ; ensuite, on pose

Page 266, — 7, Voyez moulins, *ajoutez :* et fig. 118 *ter*.

ÉLÉMENTS

DE TECHNOLOGIE.

INTRODUCTION.

L'ancienne éducation des colléges et pensionnats se réduisait à peu près à l'enseignement des langues mortes, que la plupart des élèves n'apprenaient même que très-imparfaitement. De notables progrès ont été faits depuis trente ans, et aujourd'hui les sciences sont considérées comme une partie nécessaire de l'éducation. Mais combien de lacunes existent encore qui réclament une grande réforme! L'enseignement des sciences est si mal ordonné, par rapport à celui des lettres, qu'on peut affirmer qu'à l'exception d'un petit nombre d'élèves, très-peu savent en profiter: on ne donne aucune attention à l'instruction spéciale des hommes que leur destination appelle à des fonctions privées; et celui qui doit entrer dans le commerce, dans l'industrie, dans la marine, dans l'état militaire, reçoit absolument les mêmes leçons que celui qui veut devenir prêtre, médecin, avocat. Les langues vivantes sont encore entièrement sacrifiées au grec et au latin, que peu de jeunes gens réussissent à apprendre; les langues mortes ne sont d'ailleurs d'aucun usage dans la profession que la plupart doivent embrasser un jour.

Parmi les branches d'enseignement qui manquent tota-

lement dans nos maisons d'éducation, la technologie est assurément celle qui devrait y figurer avec plus d'intérêt. Non-seulement il est honteux pour un homme bien né de ne pas savoir comment on apprête les choses dont il se sert chaque jour, mais un ignorant en sait souvent plus que lui à cet égard. En effet, combien peu de personnes dans la société savent comment on fabrique le pain, le beurre, le vin, le cuir, les vêtements, les vitres, et une multitude d'objets !

Il est vrai que le professeur de physique et de chimie doit, dans une partie de son cours, donner à ses élèves la connaissance de certains procédés usités dans les arts. Mais, outre que les préparations industrielles sont souvent fort étrangères à ces sciences, et que la mécanique y joue aussi un rôle fort important, il faut dire que la multitude des sujets que le professeur doit embrasser s'oppose à ce qu'il puisse les traiter tous avec quelque étendue dans un cours dont la durée est si fort abrégée.

D'ailleurs il n'y a qu'un petit nombre d'élèves qui font leur profit des leçons de physique des colléges. Ceux qui désirent plus de lumières à cet égard sont donc forcés de recourir aux cours publics de la faculté des sciences de Paris, ce qui ne peut convenir qu'à une classe d'élite de la société, à raison du temps qu'on y emploie et des frais que ces études entraînent.

Il ne faut pas oublier de dire encore que, dans ces cours, les procédés de l'industrie sont présentés comme applications des principes des sciences. Le professeur de ces leçons élevées en théorie ne doit pas omettre d'expliquer savamment tous les effets qu'il décrit. Ces cours ne sont donc à la portée que d'un petit nombre d'auditeurs. Or, les procédés de l'industrie sont parfaitement bien employés chaque jour par des hommes qui seraient incapables de s'en rendre raison. Le boulanger fait très-bien le pain; le vigneron, le vin; la ménagère, son beurre et son fromage, etc., sans savoir pourquoi ces manipulations réussissent, et même réussissent mieux

que si un plus habile, mais moins exercé, les exécutait.

Il est donc extrêmement utile d'instruire les jeunes gens, et même les enfants, de ces procédés, qui, fruit de l'expérience et du savoir, servent à nos besoins et à nos jouissances. Mais aucun livre ne traite convenablement ces sujets, et c'est ce qui m'a déterminé à écrire celui que j'offre au public, dans la pensée qu'il sera généralement utile et instructif. On pourra, dans les maisons d'éducation, en faire des lectures à haute voix, interroger les enfants sur ce qu'ils en auront compris, développer les parties trop concises pour leur jeune âge, enfin, les mettre à même de concevoir la fabrication de tout ce qui est à leur usage, ou sert à leur nourriture.

Le père de famille en pourra converser avec ses enfants, et même prendre, chaque jour, pour texte de son enseignement, les mets qu'on sert sur sa table, la chaussure, les étoffes, les meubles dont il se sert. Il aura soin de ne choisir d'abord que les sujets les moins composés, et principalement ceux qu'il pourra mettre en action; car les choses qu'on exprime par des paroles, suivant Horace, sont bien moins facilement comprises et retenues que celles qu'on voit et qu'on touche. La nécessité de mettre de l'ordre dans la multitude de sujets qui sont traités dans cet ouvrage, nous a forcé de les distribuer d'une manière quelquefois étrangère à la difficulté et à la complication des procédés. Il conviendra donc de ne pas suivre cet ordre dans l'enseignement des enfants, mais de choisir d'abord les sujets les plus simples, et d'élever peu à peu les difficultés.

Dans ces explications, il importe de se borner à énoncer les faits, sans chercher à les expliquer. On peut très-bien exposer comment on coule la lessive, sans dire pourquoi le linge en sort sans tache, pourquoi la glace se conserve sans fondre quand elle est déposée dans une bonne glacière, comment il arrive que le feu convertit certaines pierres en plâtre ou en chaux, etc. Ces énon-

ciations seraient sans doute mal conçues, faute des éléments de sciences qui leur servent de base. Le fait seul suffit longtemps à l'ardente curiosité de la jeunesse, qui ne tarde guère à en désirer l'explication, et à la demander avec instance. C'est donc une excellente préparation pour l'étude des sciences.

Dans cet ouvrage, je n'ai pas entièrement omis ces explications des faits, quoique j'y attache ici fort peu d'importance. Que les jeunes gens les comprennent ou non, cela ne me paraît que d'une utilité secondaire, du moins dans les études du premier âge. Et qu'on ne pense pas que, déserteur des sciences, je prétende qu'elles sont inutiles et qu'on peut se dispenser de les étudier. Je crois, au contraire, que c'est déjà une excellente instruction que la connaissance matérielle des procédés; que cette connaissance doit inspirer à la jeunesse le goût de l'instruction et le désir de la compléter; qu'enfin, le professeur trouve un fonds bien propre à faire germer et à féconder ses semences, quand l'esprit a déjà reçu cette première préparation. C'est dans les ouvrages spéciaux de physique, de chimie, de mécanique, etc., et principalement dans le *grand Dictionnaire de Technologie*, que chacun trouvera les développements théoriques qui ont été omis ici à dessein.

Pour les personnes qui ont déjà une teinture des sciences, ou celles qui désirent une explication succincte, quoique incomplète, des procédés, j'ai cru devoir commencer l'ouvrage par un exposé de quelques principes généraux de physique, de chimie et d'histoire naturelle; je pense qu'en général on doit se contenter d'abord d'y prendre une idée des définitions de termes, dont on ne peut se dispenser de faire usage dans les descriptions d'appareils et d'instruments, qui y sont d'un emploi indispensable.

La multitude des sujets traités dans notre livre, la variété de connaissances nécessaires pour lier entre elles des matières qui se rattachent à la chimie, à la physique, à

la mécanique et à l'histoire naturelle, nous font craindre d'y avoir laissé échapper quelques erreurs, que nous ne jugeons pas d'ailleurs très-graves. Toutefois, nous sollicitons l'indulgence des lecteurs, à raison des difficultés que présentait notre travail, faute d'y avoir pu donner l'étendue nécessaire.

GÉOMÉTRIE.

1. Les corps se présentent à nous sous mille formes diverses. Obligé, pour faire comprendre nos descriptions, de nous servir d'expressions empruntées à la géométrie, passons en revue les termes dont cette science fait usage.

Si l'on pose une pointe de compas en un point C (fig. 1), et qu'avec une ouverture à volonté on trace avec l'autre pointe une courbe ADB, la figure sera appelée un *cercle ;* la courbe, une *circonférence ;* le point C, le *centre ;* l'ouverture CD, CA, CB du compas, le *rayon ;* une portion de la courbe, un *arc*, tel que ACB (fig. 2); la ligne droite AB, qui joint les deux bouts de l'arc, une *corde ;* la droite AB (fig. 1), qui traverse le cercle, en passant par le centre C, est un *diamètre.*

2. Deux lignes droites AB, CD (fig. 3) sont dites *parallèles*, quand, tracées sur un plan, elles ne se rencontrent pas, même en les supposant indéfiniment prolongées par les deux bouts : la distance entre ces lignes est la même partout. Mais si les deux lignes se rencontrent, comme AB, AC (fig. 4), elles forment un *angle ;* on appelle ainsi l'ouverture, l'écartement de l'une des lignes par rapport à l'autre, et non pas la pointe A ; on nomme cette pointe le *sommet* de l'angle. Cette ouverture est mesurée par l'arc de cercle BC décrit du sommet A comme centre, avec un rayon quelconque. La longueur des côtés n'influe en rien sur l'ouverture, c'est-à-dire sur la grandeur de l'angle ; pour que cette grandeur change, il faut faire tourner l'un des côtés AB au-

tour du sommet A, à peu près comme lorsqu'on écarte ou rapproche les deux branches d'un compas.

3. Pour dénommer un angle, on se contente d'énoncer la lettre qui occupe le sommet; l'angle A (fig. 4) est celui que font les deux droites BA, CA. Mais comme souvent le sommet est le même pour plusieurs angles, cette seule lettre ne les distinguerait pas : alors on la place entre les deux lettres qui désignent les côtés. L'angle A est appelé BAC ou CAB. Les angles de la fig. 5 sont ADB, BDF, CDF, et ainsi des autres.

Lorsqu'une ligne BD (fig. 6) tombe sur une autre AC, sans pencher plus d'un côté que de l'autre, on dit que ces droites sont *perpendiculaires*, et que les angles BDC, BDA sont *droits*. Si la ligne BD est *verticale*, ou dans le sens du fil à plomb, AC est horizontale, ou dans le sens parallèle à la surface des eaux dormantes. Quand on plie la figure selon la ligne BD, la ligne DC va se coucher sur DA; les angles ADB, CDB sont égaux, et chacun intercepte entre ses côtés le quart du cercle décrit du sommet D pour centre.

Quand un angle FDC (fig. 5) est plus petit qu'un angle droit BDC, on le dit *aigu ;* l'angle ADF est *obtus* quand il surpasse l'angle droit BDA. Il est évident que si du sommet D pris pour centre, on trace une demi-circonférence, l'angle aigu intercepte entre ses côtés moins du quart de cercle, et l'angle obtus embrasse plus du quart.

4. Toute circonférence, grande ou petite, est divisée en trois cent soixante parties égales qu'on appelle *degrés :* ainsi, quand on dit qu'un arc a 90 degrés (ce qu'on écrit ainsi, 90°), il a le quart de la circonférence. L'angle droit a donc 90 degrés. L'angle de 30 degrés embrasse entre ses côtés 30 degrés; il est le tiers de l'angle droit. Le degré se partage en 60 minutes ($60'$), la minute en 60 secondes ($60''$).

5. Un *triangle* ABC (fig. 7) est une figure formée de trois côtés et de trois angles; s'il a un angle droit A

(fig. 8), on l'appelle *triangle rectangle ;* s'il a deux côtés égaux AC, BC (fig. 7), on le dit *isocèle ;* il est *équilatéral* quand les trois côtés sont égaux. La *base* d'un triangle est l'un des côtés AB (fig. 7); le *sommet* C est l'angle opposé; la *hauteur* est la perpendiculaire CD menée du sommet sur la base AB.

Une figure formée de quatre côtés est un *quadrilatère ;* si ces côtés sont parallèles deux à deux, c'est un *parallélogramme* (fig. 10) ; on le dit *rectangle* (fig. 11) quand tous ses angles sont droits ; enfin, c'est un *carré* quand les quatre côtés sont égaux et les quatre angles droits (fig. 12). Le *trapèze* (fig. 13) est un quadrilatère dont deux côtés seulement sont parallèles.

Le *polygone* (fig. 9) est une figure formée par plusieurs côtés et autant d'angles ; le *pentagone* a cinq côtés, l'*hexagone* six, etc. La *diagonale* est une droite qui traverse le polygone d'un sommet d'angle à un autre.

6. Le *polyèdre* est un corps formé de faces planes, d'angles et de polygones qui enferment un espace. Quand il y a six faces parallèles deux à deux et formées de parallélogrammes, le corps est appelé *parallélépipède* (fig. 14) ; on le dit *rectangle* quand tous les angles sont droits : c'est un *cube* quand toutes les faces sont des carrés égaux (fig. 15) ; le dé à jouer a la forme cubique.

Une *pyramide* (fig. 16) est un corps formé de faces triangulaires ; tous les sommets sont réunis en un même point, et toutes les bases sont assemblées sur le contour d'un polygone, qui est *base* de la pyramide. Le *sommet* est le point de réunion des sommets des triangles, la *hauteur* est la distance de ce sommet à la base.

Le *prisme* (fig. 17 et 18) est un corps composé de faces parallélogrammes assemblées sur deux bases polygonales égales et opposées parallèlement : il est *droit* (fig. 17), ou *oblique* (fig. 18), selon que les parallélogrammes sont ou ne sont pas rectangles.

7. Le *cylindre* (fig. 19 et 20) est un corps composé de deux cercles égaux et parallèles, et qui est renfermé sous

une surface formée de lignes droites enveloppant ces cercles.

Le *cône* (fig. 21) est composé d'une base circulaire, environnée d'une surface formée de lignes droites qui passent toutes par un *sommet* commun. Les cylindres sont droits ou obliques dans les mêmes circonstances que les prismes. Le cône est droit quand la perpendiculaire abaissée du sommet sur la base passe par le centre de cette base; il est oblique dans tout autre cas. Quand on a enlevé la partie supérieure ABC (fig. 22) d'un cône DCE, en le coupant parallèlement à sa base, ce qui reste ABED s'appelle un *tronc de cône*.

La *sphère* (fig. 23) est un corps dont tous les points sont à égale distance d'un point intérieur qui est le centre.

Si l'on fait tourner le triangle rectangle (fig. 8) autour d'un côté AC de l'angle droit A, dans sa révolution, cette figure engendrera un cône droit; le pain de sucre a une forme de cette espèce.

Si un rectangle (fig. 11) tourne autour d'un de ses côtés AB, il engendrera un cylindre droit.

Enfin, quand on fait tourner un demi-cercle ADB (fig. 1) autour de son diamètre AB, il engendre une sphère.

Quand une ligne droite touche une courbe, on l'appelle *tangente;* elle est *sécante* quand elle la coupe, en formant une *corde* dans la partie concave, comme AB (fig. 2.)

8. L'*ellipse* est une courbe ovale semblable à celle de la figure 24. Il y a une ligne AA′ plus longue que toutes les autres, qui la traverse, et une ligne BB′ qui est la plus courte; l'une est le *grand axe*, l'autre le *petit axe;* ces deux lignes se coupent au centre C perpendiculairement, et divisent la courbe en quatre parties symétriques. En pliant la figure suivant ces lignes, les arcs viennent s'appliquer en coïncidence l'un sur l'autre.

A proprement parler, le cercle est une ellipse dont les deux axes sont égaux.

Si l'on fait tourner une ellipse autour de l'un ou de l'autre de ses axes, le corps engendré de la sorte sera un *ellipsoïde*. La sphère est un ellipsoïde dont les axes sont égaux. En général, l'ellipsoïde a, à peu près, la forme d'un œuf; en le coupant par un plan quelconque, la section est une ellipse.

PHYSIQUE.

9. Pour comprendre les procédés des arts, il faut d'abord concevoir certains termes de physique et de chimie qui sont fréquemment en usage. Il est indispensable de donner l'explication de ces termes, parce que ces expressions reviennent à chaque instant dans le discours. D'ailleurs, la physique et la chimie sont des sciences si voisines, qu'elles ont des principes communs qui reçoivent dans les arts de perpétuelles applications. Ce ne sont pas des leçons de ces sciences que nous prétendons donner ici, mais quelques principes que leur généralité rend nécessaires aux descriptions des procédés. Commençons par la physique.

L'*air* que nous respirons est un fluide incolore, invisible, qui nous presse de toutes parts, et que l'habitude nous a exercés à ne pas sentir, si ce n'est lorsqu'il est agité: nous lui donnons alors le nom de *vent;* son déplacement plus ou moins rapide dans l'espace nous fait sentir une force de pression variable avec les circonstances.

L'air est une substance qu'on sait peser; il est formé de globules élastiques semblables à de petites balles à ressort qui se pressent l'une l'autre. Si un lieu de l'espace est vidé d'air, tout l'air ambiant vient y affluer avec violence: c'est ainsi qu'un étui qu'on ouvre subitement produit un son, lorsque l'air y rentre pour occuper le vide qu'on a formé en tirant le couvercle, ce qui a augmenté l'espace intérieur. Il faut attribuer les vents, leur force et leur direction, à des vides souvent immenses, qui se déclarent en certaines régions de l'*atmosphère*, et

que toute la masse d'air environnante est appelée à remplir. Ces vides sont causés par des accidents locaux, tels que la pluie, la foudre, la chaleur du soleil, etc.

Ainsi, l'air qui repose à la surface de la terre, et qui s'élève à environ seize lieues de hauteur, transmet sa pression à tous les corps qui y sont plongés. En s'élevant sur de hautes montagnes, cette pression est diminuée du poids de l'air inférieur. On a pour mesurer ces pressions un instrument très-utile dans les arts; c'est le *baromètre :* voici en quoi il consiste.

10. On prend un tube de verre (*) A B (fig. 25) ouvert en A, bouché en B, et on y verse du *mercure* ou *vif-argent;* c'est un métal liquide qui a la couleur et l'éclat de l'argent. On renverse le tube ainsi rempli dans une cuvette CD déjà en partie pleine de mercure. Alors on remarque que si le tube s'élève à plus de 76 centimètres au-dessus du niveau de la cuvette, le mercure cesse de le remplir, se détache du haut B de la colonne, et tombe en N à environ 76 cent. du niveau CD. Nous disons *environ*, car cette hauteur varie d'une petite quantité avec les circonstances atmosphériques; et on a remarqué que lorsqu'il doit venter ou pleuvoir, ou que le ciel menace d'une mauvaise saison, le niveau N dans le tube s'abaisse jusqu'à 73 cent., et même plus bas encore; comme aussi, quand le temps est beau, on voit la colonne A N s'élever jusqu'à 79 centimètres : en sorte que le baromètre offre un moyen de présager le temps qui aura lieu, soit en bien, soit en mal. Ces présages sont, il est vrai, quelquefois en défaut : cela vient de ce que les variations de la pression de l'air, quoique les plus influentes sur celles du temps, ne sont pas les seules; la saison, la chaleur, l'humidité de l'atmosphère, la force et la direction des vents, etc., agissent aussi plus ou moins.

(*) Un tube est un tuyau droit de petit diamètre; quand le diamètre est très-fin, on dit que le tube est *capillaire*. Le tube du baromètre n'est pas de cette espèce; son diamètre intérieur est de 4 à 8 millimètres.

Pour évaluer en nombres les changements de la colonne de mercure dans le baromètre, on applique le tube sur une planche portant une échelle verticale divisée en millimètres, à compter du niveau de la cuvette (*fig*. 25 *bis*). On inscrit même les mots *variable*, *pluie* ou *vent*, *tempête, beau temps*, etc., aux degrés que la colonne atteint ordinairement dans les circonstances ainsi indiquées, afin de mettre les personnes les moins instruites à même de comprendre les présages de l'instrument. On en varie d'ailleurs beaucoup la forme; les baromètres à cadran (fig. 37) ont leur tube AB caché par un plateau circulaire, au centre duquel est une aiguille qui marque les variations, en se portant aux divers points de la circonférence, selon l'état de l'atmosphère. Ce mouvement est produit par un jeu de petits poids dont l'un pose sur le mercure, et monte ou baisse avec lui, transmettant ces variations à une petite poulie centrale qui porte l'aiguille. On fait aussi du baromètre un meuble élégant.

Si le baromètre ment quelquefois dans ses pronostics, du moins il donne bien fidèlement la pression de l'air, et c'est là son principal usage en physique, parce qu'il offre des indications certaines. Lorsqu'on s'élève sur des montagnes, la pression diminue de tout le poids de la couche d'air qui est au-dessous, et au sommet du Mont-Blanc, la colonne n'a plus guère que 43 à 48 centimètres. On peut même se servir du baromètre pour mesurer assez exactement les élévations des sommités, à l'aide d'un calcul basé sur l'abaissement de la colonne de mercure; et si l'on continuait à monter dans l'atmosphère, on verrait la colonne décroître, jusqu'à réduire le mercure au niveau de la cuvette, quand on aurait atteint la limite de l'atmosphère.

11. La sensation que nous désignons par le mot *chaleur* est produite par un fluide invisible, et même sans poids, qui pénètre tous les corps, et qu'on appelle *calorique*. Cette substance insaisissable est formée, comme l'air, de particules élastiques qui se repoussent et s'é-

chappent en tout sens dans l'espace. Le corps qui a le plus de calorique en distribue, par *rayonnement* ou par *contact*, à ceux qui en ont moins, ce fluide tendant à se répandre uniformément partout. Le *froid* n'est que l'état dans lequel il existe moins de ce calorique.

Il faut se représenter cette substance comme s'insinuant entre les molécules des corps pour les écarter. Aussi, quand on chauffe un métal, ou toute autre matière, elle prend un plus grand volume : c'est ce qu'on appelle se *dilater*. Si le corps se refroidit, ses molécules se rapprochent; on dit alors qu'il se *condense*. Sur les corps solides, cet effet est peu sensible; mais il le devient davantage sur les liquides, et encore beaucoup plus sur l'air et les *gaz* (on nomme ainsi des substances fluides qui ont la ténuité de l'air). Quand on force un gaz à s'étendre dans un grand espace, on dit qu'on le *raréfie ;* alors, sous le même volume, il contient moins de matière pesante.

Dans les solides, les molécules sont retenues l'une à l'autre par une force particulière nommée *attraction,* qui est propre à toute la matière, et agit avec d'autant plus de puissance que les corpuscules sont plus rapprochés. Mais qu'une dose de calorique soit assez forte pour écarter les molécules au delà d'une certaine limite, et l'attraction, que l'éloignement affaiblit, se trouve réduite à l'état d'équilibre avec la force répulsive du calorique. Les molécules du corps sont libres, et peuvent se mouvoir isolément, presque sans effort; on dit alors que le corps est *liquide*. Dans cet état, le calorique engagé n'est plus sensible à nos organes; son action est employée à écarter les particules et à les maintenir à distance : de plus le *liquide est incompressible*, c'est-à-dire qu'on ne peut le réduire à un moindre volume, à moins d'exercer une action énorme propre à en exprimer le calorique.

Lorsque de nouvelle chaleur est introduite dans le liquide, il se dilate et s'échauffe, comme ferait le solide : mais, dès que la quantité de calorique a écarté suffisam-

ment les molécules pour vaincre la pression que l'air exerce à la surface, le liquide change encore d'état. Il prend la forme aérienne ; c'est une sorte de gaz qu'on appelle *vapeur*, et qui dissimule une nouvelle portion de calorique employée à la conserver dans cet état ; le liquide est à l'état d'*ébullition*, c'est-à-dire qu'il *bout* lorsque la chaleur est assez élevée pour vaincre la pression de l'air. Quand cette vapeur redevient goutte de liquide, elle abandonne ce calorique surabondant qui est alors sensible.

12. Ainsi tous les corps de la nature peuvent exister dans trois états sous l'influence du calorique, savoir : *solide, liquide* et *gazeux*. Les gaz diffèrent des vapeurs, parce que le calorique leur est tellement adhérent, qu'il n'y a qu'une puissance énorme qui soit capable de les réduire à devenir liquides, tandis que le simple refroidissement suffit aux vapeurs pour les ramener à cet état. Du reste, les vapeurs d'eau sont, comme les gaz, légères, invisibles, etc. Les nuages sont des vapeurs d'eau condensées en gouttelettes dans les hauteurs de l'air ; le brouillard est un nuage épais qui rase la terre ; la pluie est le résultat de la vapeur d'eau contenue dans l'air, que quelques causes ramènent en masse à l'état liquide.

Lorsqu'on expose de la neige ou de la glace à l'action de la chaleur, elle fond et devient eau. Tant qu'il reste de la glace à fondre, la masse est aussi froide qu'avant de fondre ; mais si l'on persiste à la soumettre à l'action du feu, elle achève de se liquéfier ; et si la chaleur continue d'entrer dans l'eau, celle-ci s'échauffe peu à peu, devient brûlante, et bientôt des bulles de vapeur viennent, en bouillonnant, crever à la surface, pour se disséminer dans l'air ; la force expansive, communiquée par la chaleur, est devenue assez puissante pour vaincre la pression de l'air.

Le mercure est liquide à l'état ordinaire ; mais en le refroidissant beaucoup, on le congèle, on le rend solide ;

et en le chauffant, au contraire, on le fait bouillir et on le résout en vapeurs.

13. Tous les corps ne jouissent pas de la propriété de pouvoir exister sous les trois états. Tantôt nous ne possédons pas le pouvoir d'y amasser assez de calorique pour les liquéfier ou bien pour les réduire en vapeurs, les *volatiliser*, ainsi qu'on le dit ordinairement. Ainsi, l'or, l'argent, le cuivre, le fer même, peuvent être fondus, coulés dans des moules; mais on ne peut les réduire en vapeurs, faute de disposer d'une assez forte chaleur pour cela. Tantôt, au contraire, la substance, sous l'action du calorique, change de nature. Le bois qu'on expose au feu se dénature, se brûle; ce n'est plus du bois : c'est une autre combinaison des substances qui le composent. Le charbon, la pierre à chaux ou à plâtre, sont dans le même cas. Comme ce ne sont pas des corps simples, leurs principes prennent, par le calorique, un autre mode d'existence.

14. La propriété dont jouit le calorique de dilater les corps, les solides moins que les liquides, et ceux-ci moins que les gaz, a fait imaginer le *thermomètre* (fig. 38), instrument qui donne la mesure de la *température* des corps, c'est-à-dire de la quantité de calorique libre qu'ils ont. On soude au feu un petit réservoir A, de forme sphérique ou oblongue, au bout d'un tuyau *capillaire* BC, c'est-à-dire dont le calibre intérieur est fin presque comme un cheveu : le tout est en verre; le bout C n'est pas encore fermé. Par des procédés particuliers, on y introduit un liquide, tel que du mercure (ou de l'esprit-de-vin coloré); on purge le vase et le liquide de l'humidité étrangère, à l'aide de la chaleur, et on ferme le tube à la lampe. La chaleur, en pénétrant l'instrument, le dilate, le verre extrêmement peu, le liquide beaucoup plus; ainsi le niveau D s'élève dans le tube : il s'abaisse au contraire par le refroidissement.

On plonge alors le tube et son réservoir dans la glace fondante, et on marque *zéro* au niveau du liquide; on

le plonge dans l'eau bouillante, et on marque 100 au second niveau. Enfin, on partage l'intervalle en cent parties égales, et on porte au-dessous du zéro des divisions de même longueur que celles-ci. Cet appareil, fixé sur une planchette de bois, de verre ou de métal, laquelle porte l'échelle des subdivisions qu'on appelle *degrés*, est propre à mesurer les variations de température. Si le liquide descend à zéro, on est certain que le froid est voisin de la gelée; plus bas, à 4, 5 degrés au-dessous de zéro, l'eau devient glace; plus bas encore, les rivières charrient ou se gèlent; enfin les degrés au-dessous de zéro marquent la rigueur du froid. Au-dessus de zéro, au contraire, à 12 degrés, par exemple, on a une température douce; à 40 degrés, celle du sang humain; à 35, celle des bains chauds, etc. Nous ajouterons que, le plus souvent, on supprime toute la partie du tube qui est au-dessus de 40 à 50 degrés, température qu'on rencontre rarement, ce qui rend l'instrument moins long et moins fragile.

On divise quelquefois l'espace de la glace à l'eau bouillante en 80 degrés seulement; c'est un savant, nommé *Réaumur*, qui avait adopté cette subdivision, plus communément usitée du public. Le thermomètre à échelle centigrade n'est employé que des savants. Pour nous conformer aux habitudes ordinaires, nous ne nous servirons dans la suite que de l'échelle de Réaumur.

15. On a souvent besoin de mesurer de très-hautes températures. Le thermomètre ne peut plus servir à cet usage : on y emploie alors des instruments appelés *pyromètres*, fondés sur les mêmes principes. Nous nous dispenserons de décrire ici ces appareils servant à mesurer la température du verre et des métaux en fusion, des fourneaux, etc., parce que cette exposition n'est pas indispensable pour l'intelligence des procédés.

Quant aux basses températures, comme le mercure se gèle à 30° sous zéro, on se sert du thermomètre à esprit-

de-vin, quand le froid approche de cette limite ou bien est au-dessous.

16. On a souvent besoin, dans l'industrie, de se servir de *poids ;* nous exposerons quelques principes relatifs à la pesanteur.

La chute libre d'un corps pesant se fait par *mouvement accéléré*, c'est-à-dire que sa vitesse croît sans cesse, devenant double après un temps double, triple après un temps triple, etc. L'espace parcouru pendant la première seconde de la chute est de 49 décimètres; au bout de deux secondes, il est quadruple, 196 décimètres; après trois secondes, il est neuf fois plus grand ou 441 décimètres; cet espace croît comme les carrés des temps écoulés depuis l'origine du mouvement, et cela a lieu pour tous les corps, quelle qu'en soit la substance. Il est vrai que la résistance de l'air s'oppose à cette chute, en sorte que cette loi n'est vraie que dans le vide. L'air ralentit la descente du poids, et même peut les soulever et les faire remonter contre la force de la pesanteur. Une plume légère, la fumée, les nuages, flottent dans l'atmosphère, au lieu de tomber par leur poids. Ce qui va être exposé fera concevoir la cause de ces phénomènes.

17. Les fluides pressent les corps qui y sont plongés, et en diminuent le poids. La pression que l'eau exerce sur le fond d'un vase, n'est le poids même du liquide qui y est contenu que quand le vase est cylindrique; et même il faut, par la pensée, lui attribuer cette forme, lorsqu'on veut connaître la pression d'un liquide sur le fond d'un vase. Ainsi, les trois vases ABab (fig. 27), dont le fond AB a même surface, et qui sont remplis de liquide à la même hauteur, éprouvent sur ce fond la même pression que si la forme était celle d'un cylindre ABCD. La base peut avoir une figure quelconque, pourvu que sa surface reste la même, et la pression n'y changera pas.

Outre cette pression, très-différente, comme on voit, du poids total du liquide, il y en a d'autres sur les parois; si l'on y faisait un trou quelque part, le liquide s'écoule-

rait en vertu de cette pression, qui ne serait plus détruite en ce lieu. La pression exercée sur un point quelconque de la paroi, est le poids du filet liquide élevé au-dessus de cet endroit jusqu'au niveau supérieur ; en sorte que la pression décroît sans cesse, en s'élevant du fond du vase jusqu'à ce niveau.

Celle qui a lieu en un point quelconque de la masse fluide est aussi égale au poids du filet vertical correspondant.

A la surface, le fluide n'exerce pas de pression, et voilà pourquoi *la surface des liquides contenus dans des vases, étangs, réservoirs, etc., est toujours horizontale.*

18. Lorsqu'un corps est plongé dans un liquide, il est pressé de toutes parts, perpendiculairement aux divers points de sa surface, par le poids qui est au-dessus de chaque point, et cette force, exercée à la surface supérieure, augmente son propre poids. Mais il l'est aussi, de bas en haut, par le même liquide, et cette force excède la pression supérieure d'un poids de liquide égal au volume du corps. De là résulte que *tout corps plongé dans un liquide, perd une partie de son poids égale au poids du volume de liquide qu'il déplace.*

Ainsi un corps plus lourd que pareil volume d'eau tombe au fond, mais n'y pèse plus que son propre poids diminué du poids d'un volume de liquide égal au sien.

Et s'il est moins lourd que pareil volume d'eau, il est repoussé en haut, et revient flotter à la surface : dans cet état, il ne pèse plus rien, son poids étant détruit par la pression que le liquide exerce par-dessous, pression égale à ce même poids. Ainsi, il faut que le volume immergé de ce corps soit tel que son poids d'eau soit égal à celui du corps.

19. L'*aréomètre* ou *pèse-liqueur* est fondé sur cette propriété. C'est un tube de verre ou de métal (fig. 26) ayant en bas un cylindre ou une boule, au-dessous de laquelle est un petit réservoir chargé d'un peu de mercure ou de grenaille, pour le lester, afin qu'il se tienne verti-

cal quand on le plonge dans un liquide. Des degrés sont marqués sur le tube, ou sur un papier roulé dans son intérieur, quand ce tube est en verre. Comme ce corps, pour flotter dans un liquide, doit s'y enfoncer jusqu'à ce que le poids du liquide déplacé soit égal au poids total du corps, on juge par le degré qui affleure le niveau du liquide, quelle en est la *densité*, c'est-à-dire s'il y a beaucoup ou peu de matière pesante, dans un volume donné de ce liquide. S'il s'agit de l'eau pure, l'aréomètre flottera au degré de zéro; et dans l'eau chargée de sel, il s'enfoncera moins, parce que cette eau est plus *dense*, plus lourde sous le même volume. On divise en 15 parties égales, appelées *degrés*, l'espace compris entre le zéro et le niveau dans un liquide qui est formé de 15 parties de sel et de 85 d'eau. Ces degrés sont portés tout le long de la tige. Plongé dans l'esprit-de-vin, qui est un liquide *plus rare* que l'eau, ou contenant moins de poids sous le même volume, l'instrument s'enfoncera davantage; s'il s'arrête à trente-huit degrés, on dira que cet esprit est à trente-huit degrés aréométriques.

Les aréomètres sont surtout employés pour évaluer les densités des eaux-de-vie, esprits-de-vin, éthers, etc.; dans ce cas, on ne charge l'eau que de $\frac{1}{10}$ de sel, on met zéro au niveau de l'enfoncement, et on divise en 10 parties l'espace entre ce terme et le niveau de l'eau pure qui porte le n° 10.

Il importe que la tige ne soit pas trop longue, et que les degrés ne soient pas trop étroits, afin de donner à l'instrument plus de sensibilité: on en construit qui ne contiennent qu'une partie limitée de l'échelle, et qui, par conséquent, ne sont propres à mesurer que les densités intermédiaires. C'est la remarque qui a déjà été faite pour les thermomètres. Ainsi, il y a des *pèse-acides*, des *pèse-esprits*, des *pèse-vins*, des *pèse-lait*, etc.

20. On donne le nom de *siphon* à un instrument formé de deux branches AB, DE (fig. 36), réunies à l'une des extrémités par un conduit BCD: c'est un tube deux fois

coudé. Si l'on plonge un bout A de ce tube dans un vase MN contenant un liquide, et qu'on suce l'air par l'autre bout E, le liquide montera dans le conduit, puis redescendra par la plus longue branche ED. On retire alors la bouche, et l'écoulement continue tant que l'extrémité A de la courte branche plonge dans le liquide. Le siphon sert à transvaser des liqueurs, sans être obligé de les *décanter*, c'est-à-dire d'incliner le vase, manœuvre qui aurait l'inconvénient de troubler le liquide, en y mêlant le dépôt qui est au fond.

L'AIMANT est une substance qui a la propriété d'attirer le fer (*Voyez* l'article *Fer*); si l'on dispose plusieurs barres de fer bout à bout, cette attraction se transmet avec la même intensité à l'extrémité de la ligne. Quand on frotte avec l'aimant un barreau d'acier trempé, et à diverses reprises, d'un bout à l'autre, en allant toujours dans le même sens, l'acier contracte la vertu attractive, et la conserve très-longtemps : il devient lui-même un aimant, capable d'aimanter l'acier, en suivant le même procédé.

Lorsqu'on met une lame ou un barreau d'acier aimanté en équilibre sur un pivot, cette lame ou aiguille, après diverses oscillations, se place dans une certaine direction; et si on l'en écarte, elle y revient constamment. Cette direction tend vers deux points qui sont peu distants du nord et du sud. Cette propriété a fait donner le nom de *pôle boréal* à un bout de l'aiguille, et de *pôle austral* à l'autre bout : cette aiguille est d'un usage général pour diriger les navires à la surface des mers, pour lever des plans, pour s'orienter, etc. On enferme l'aiguille dans une boîte vitrée, et on la suspend sur un pivot au centre d'un cercle. Cet instrument, muni quelquefois d'une lunette, ou de pinnules, pour viser au loin, est ce qu'on appelle une *boussole*.

Quand on présente un pôle d'aimant au bout d'une aiguille aimantée librement suspendue, il repousse le pôle de même nom que celui qu'on présente, et attire le pôle de nom contraire.

L'aimant jouit encore d'autres propriétés dans le détail desquelles nous croyons qu'il est inutile d'entrer pour notre objet.

CHIMIE.

21. La force d'agrégation qui tient réunies les molécules des corps solides, peut être vaincue, non-seulement par le calorique, mais encore par des fluides, sous certaines conditions. Du sucre qu'on met dans l'eau s'y fond, et les molécules se dispersent dans le liquide, dont toutes les parties sont sucrées, et qui ne perd pas sa transparence. Ce mélange de deux substances, qui ne s'altèrent pas mutuellement, a été appelé une *dissolution*; plusieurs sels se dissolvent ainsi dans l'eau. Il y a des substances qui se dissolvent dans l'esprit-de-vin, d'autres dans l'huile, etc.

22. L'air que nous respirons est un mélange de deux gaz : l'un, nommé *azote*, éteint la combustion, ne peut alimenter la vie respiratoire, etc.; l'autre, l'*oxygène*, ranime au contraire la combustion prête à s'éteindre, est tellement actif, dans la respiration, que si son activité n'était pas tempérée par l'azote, l'énergie vitale serait exaltée au point de causer la mort. Dans l'atmosphère, l'oxygène est dissous dans quatre fois son volume d'azote; un litre d'air, qui pèse 1 gramme $\frac{1}{4}$ à peu près dans les circonstances ordinaires, ne contient qu'environ $\frac{1}{2}$ gramme d'oxygène; les autres $\frac{4}{5}$ de ce volume sont de l'azote.

23. Lorsqu'un corps solide a été dissous dans l'eau, et qu'on évapore ce liquide, ce corps reparaît en nature au fond du vase. Il y a des cas où l'opération se fait tranquillement pour que les molécules, quelle qu'en soit la figure, se rapprochent par leurs faces les plus favorables à l'attraction : alors le corps prend des formes régulières et géométriques appelées *cristaux*. La *cristallisation* est donc un effet de l'attraction des molécules, qui, libres de leurs mouvements dans le liquide, se disposent entre

elles comme il convient à la force qui les anime. Lorsqu'on a fait fondre du sel de cuisine dans l'eau, les impuretés qui le salissent, plus pesantes et indissolubles, se *précipitent* et se *déposent* au fond du vase. On *filtre* la liqueur, c'est-à-dire qu'on la fait passer à travers une étoffe de laine, ou une feuille de *papier joseph*, ou seulement on la tire à clair en la *décantant*. Cette eau salée étant exposée à l'air, au soleil, ou à un feu doux, *s'évapore*, et le sel reste en cristaux blancs qui ont la forme de cubes amassés les uns sur les autres. L'opération qu'on vient de décrire se reproduit souvent dans les arts.

24. Mais outre l'attraction qui unit entre elles les molécules similaires, il en existe une autre, appelée *affinité*, qui *combine* les molécules de deux ou plusieurs substances différentes, pour donner l'existence à un corps doué de propriétés tout à fait distinctes de celles des *composants*. Ces mots de *combinaison* et de *composés* reviennent sans cesse en chimie, pour désigner l'effet de l'affinité sur les molécules de substances dissemblables, qui les réunit, non plus en un simple mélange, mais de manière à former un nouveau corps tout différent des premiers.

Ainsi, le sel marin n'est pas un corps *simple;* il en est un composé de deux substances tellement corrosives, qu'une petite dose de l'une ou de l'autre suffirait pour tuer, si on l'avalait. Combinées ensemble, il en résulte le sel, dont la saveur sert à relever nos aliments. Le sel de Glauber peut être avalé sans danger; à la dose de 45 grammes, c'est un purgatif doux. Et cependant on ne pourrait avaler de même, sans grand péril, un seul gramme de l'une des deux substances corrosives qui produisent ce sel par leur combinaison.

Les exemples de ce genre sont si fréquents dans la nature, qu'on peut dire que tout y est combinaison, et que les corps *simples* ou élémentaires ne sont que des exceptions. En effet, on ne compte guère que cinquante-quatre substances simples, et encore plusieurs sont-elles

très-rares dans la nature, et la plupart ne s'y présentent-elles que combinées entre elles ; en sorte qu'il faut l'art du chimiste pour les dégager et les obtenir pures. La plupart des liquides, nos aliments, nos vêtements, nos meubles, nos maisons, nos instruments, etc., sont des corps composés.

25. L'oxygène, dont nous avons déjà parlé, comme formant la cinquième partie de l'air atmosphérique, se trouvant en contact perpétuel avec un grand nombre de substances, se combine avec presque toutes. Quand ce gaz n'entre qu'en petite quantité, il forme ce qu'on appelle un *oxyde*, combinaison d'un corps avec l'oxygène à faible dose. Ainsi la rouille qui couvre le fer n'est souvent que de l'*oxyde de fer*, ou une combinaison du fer et de l'oxygène, formée sous l'influence de l'humidité de l'air. Il y a de même des oxydes de cuivre, de plomb, de zinc, etc., formés soit naturellement, soit par l'art chimique.

Décaper un métal dont la surface est ternie par l'oxydation, c'est enlever l'oxyde pour mettre le métal à nu.

26. Si la dose d'oxygène devient plus considérable, elle donne au corps qui le reçoit en combinaison une saveur qu'on appelle *acide*. Ces substances changent en rouge les couleurs bleues végétales. Le vinaigre est du vin combiné avec de l'oxygène. Les fruits rouges contiennent des acides particuliers; le charbon qui brûle donne naissance à un gaz acide, appelé par cette raison *carbonique*; le soufre, en brûlant, dégage une vapeur acide, piquante à l'odorat, et qu'on a nommée *acide sulfureux*, etc.

27. Outre ces combinaisons de l'oxygène avec les corps, il y en a une multitude d'autres des corps entre eux. Le soufre et le plomb se combinent très-bien quand on les fond ensemble ; le mercure et l'or, le plomb et l'antimoine, le cuivre et le zinc, etc., sont dans le même cas.

Tantôt la chaleur facilite la combinaison de deux

substances ; tantôt, au contraire, elle la détruit. En chauffant fortement le plomb fondu, il se combine avec l'oxygène de l'air, et forme du *minium* ou de la *litharge*. Le mercure s'oxyde aussi par la chaleur. Mais l'oxyde noir de manganèse, lorsqu'on le chauffe, abandonne une partie de son oxygène.

28. Parmi les substances qui entrent dans les combinaisons, il faut distinguer l'*hydrogène* ou *gaz inflammable*, dénominations qui sont tirées des propriétés dont on va parler. Ce gaz, qui se dégage des marais, et qui s'enflamme quelquefois en formant les *feux follets*, flammes répandues en été sur certains marécages, se trouve rarement libre dans la nature. Mais on le rencontre dans beaucoup de composés ; l'eau, par exemple, n'est qu'une combinaison d'oxygène et d'hydrogène : c'est à proprement parler de l'oxyde d'hydrogène. Chose qui surprend beaucoup, mais qui est parfaitement constatée, un volume d'oxygène et son double d'hydrogène, par l'action du calorique, se combinent et forment de l'eau. L'affinité de ces deux gaz l'un pour l'autre est très-forte, et l'union se fait souvent en *détonant*, c'est-à-dire avec un bruit qui peut aller jusqu'à imiter celui de l'inflammation de la poudre dans une arme à feu. Mais s'il brûle avec calme, il ne donne que de la lumière. C'est ainsi que le gaz extrait de la houille est une espèce d'hydrogène qu'on fait servir à l'éclairage.

L'hydrogène jouit même de la propriété de donner, dans certains cas, la qualité acide aux substances avec lesquelles il se combine.

29. L'affinité varie avec les substances ; et lorsqu'on en met en présence plusieurs ensemble, dans certaines conditions, celles qui s'attirent le plus se combinent, et laissent les autres libres. Et même, lorsqu'une combinaison est déjà formée, il y a telle substance qui, si on la présente en contact, défait la combinaison pour en former une nouvelle. Aussi arrive-t-il souvent qu'en

mêlant ensemble deux liqueurs transparentes, le mélange devient trouble, épais, et laisse peu à peu déposer un *précipité*. C'est que l'une des liqueurs contient un principe qui a plus d'affinité pour un de ceux qui entrent dans la seconde liqueur, que n'en ont l'un pour l'autre les deux qui y sont combinés. Or, le nouveau composé qui se forme n'étant pas *soluble* dans la liqueur, il doit reprendre l'état solide, et le sel tombe en poudre au fond du vase.

30. En général, les acides se combinent avec les oxydes ou *bases*, et forment des corps appelés *sels*. Mais dans toutes les actions de ce genre, les doses qui entrent en combinaisons sont déterminées. S'il y a trop de l'un des corps pour former le composé, l'excès reste libre, ou simplement mêlé à celui-ci. Les chimistes ont même des tables qui leur indiquent, en nombres, les poids des substances à mettre en contact, pour que tout se combine, sans excès d'un côté ni de l'autre. Si l'acide domine, le sel est acide; si l'oxyde, qu'on appelle *base*, est en excès, le sel est un *sous-sel*, ou *sel avec excès de base;* enfin, quand les doses sont exactes, le sel est *neutre:* on dit qu'il y a *saturation.*

31. La potasse, la soude, la baryte, etc., ont reçu le nom d'*alcali;* ce sont des oxydes de substances métalliques particulières, qui ont la propriété de verdir le sirop de violette, et de ramener au bleu les couleurs rougies par les acides. On considère toute combinaison d'oxygène avec un corps, comme une *combustion;* le corps est *brûlé*, quand la combinaison est faite. Si elle se fait lentement, comme pour la plupart des oxydes, on ne remarque ordinairement rien de notable: mais si elle a lieu vivement, il y a dégagement de chaleur et de lumière. Le bois, le charbon, en brûlant, font avec l'oxygène des combinaisons gazeuses qui s'échappent dans l'air.

Nous ne pousserons pas plus loin ces développements; ils suffisent aux explications que nous donnerons des

procédés des arts, parce que nous n'avons pas la prétention de les présenter en corps de science. Mais nous devons ajouter ici l'explication de quelques termes usités en chimie et qui seront plus tard à notre usage.

32. Lorsqu'on met un liquide sur le feu, il développe des vapeurs qu'on peut recueillir en les refroidissant. Cette opération, appelée *distillation*, se fait avec un vase convenablement conformé : nous la décrirons plus tard (nº 156). On distille l'eau pour l'avoir pure ; le vin, pour en retirer l'esprit ; les plantes odoriférantes, pour en extraire l'arome, etc.

Un corps est *infusible*, quand la plus forte chaleur ne peut le liquéfier ; il est *volatil*, quand il se réduit en vapeurs, soit par l'action du feu, soit même à la température ordinaire. La fusion d'une substance se fait quelquefois dans un liquide ; on la dit alors *soluble* dans ce liquide : il y en a même de tellement solubles, qu'on ne peut les avoir que liquides. Il en est qui absorbent l'humidité de l'air, on les appelle *déliquescents*. Il y a aussi des sels *efflorescents*, c'est-à-dire que l'humidité de l'air les *effleurit*, les réduit en poudre, en désagrégeant leurs cristaux : on dit aussi que ces sels se *délitent*.

La *calcination* consiste à exposer un corps au feu pour en dégager des substances qui se volatilisent et se perdent dans l'air : la *sublimation* consiste à exposer aussi un corps à la chaleur, mais dans le but d'en recueillir les produits volatils que le refroidissement condense.

33. Quand on jette des substances, des plantes, par exemple, dans l'eau bouillante, et qu'on retire le vase du feu, on fait une *infusion* ; il y a *décoction*, lorsqu'on laisse bouillir. L'*extrait* est le résultat de l'évaporation de la dissolution du suc des plantes, jusqu'à consistance sèche, ou de miel.

On dit qu'on obtient une substance par *expression*, quand on la force à passer à travers les mailles d'un tissu, en faisant un paquet qu'on tord ou qu'on comprime.

34. On appelle *alliage* la combinaison des métaux entre eux : le bronze, par exemple, est un alliage de cuivre et d'étain ; le laiton, une combinaison de cuivre et de zinc. L'alliage prend le nom d'*amalgame* quand le mercure entre dans le composé.

35. Un *matras* est un ballon de verre surmonté d'un tuyau vertical : si ce tuyau se recourbe horizontalement B (fig. 78), le vase est appelé *cornue*.

Le *creuset* est un vase conique ou cylindrique, en poterie, destiné à résister, sans se fondre, à un feu violent ; il sert à contenir les substances en fusion, et principalement le verre, le fer et les métaux. Il est fermé par un couvercle.

36. Quand on craint que l'activité du feu n'élève la température au-dessus du terme de l'ébullition, au lieu de l'exposer à nu dans un vase, on met ce vase dans un autre contenant de l'eau qu'on soumet au feu. C'est ce qu'on appelle *bain-marie*. D'autres fois, pour continuer longtemps l'action d'une chaleur intense, on plonge le vase dans un *bain de sable* qui reçoit l'action du feu.

37. La *fermentation* est un phénomène que subissent, soit naturellement, soit par art, les substances végétales et animales ; les principes qui les forment se décomposent pour former de nouvelles combinaisons. Le suc des fruits produit du vin, le vin devient vinaigre, les matières animales deviennent putrides ; les végétales donnent aussi naissance à des gaz, à des produits nouveaux, et la plante se détruit. *Voyez* ci-après, n°s 147, 154, 155....

HISTOIRE NATURELLE.

38. Les arts emploient les produits de la nature ; et la nécessité de dénommer ces produits exige quelques détails sur le système suivi dans la nomenclature.

Si l'on considère l'immense quantité des substances, on sent qu'il est impossible d'attribuer un nom propre à chacune sans créer une foule de dénominations dont la

mémoire ne pourrait se charger. Mais voici le procédé qu'on suit pour diminuer considérablement ce nombre. On appelle *espèce* la réunion de tous les êtres qui sont tellement semblables dans toutes leurs parties, qu'ils pourraient être provenus de la génération d'individus identiques à eux-mêmes. Les légères différences de taille, d'embonpoint, etc., sont des accidents de climats, ou de localité, ou de culture; on les nomme des *variétés*.

En comparant les espèces entre elles, on en trouve de tellement semblables dans leurs parties essentielles à l'existence, qu'on les a réunies sous un nom commun, ce qui constitue *un genre*, etc. On ajoute à ce nom, pour distinguer les espèces, un autre mot qui sert à les qualifier. Ainsi le genre *homme* se divise en espèces, telles que *homme blanc*, *homme noir*, *homme cuivré*, etc. De même la ressemblance entre le chien, le loup, le renard, le chacal, a déterminé le genre *chien*, composé des espèces *chien domestique*, *chien loup*, *chien renard*, *chien fauve*... On comprend les dénominations des espèces *rose blanche*, *rose à cent feuilles*, *rose des haies*, *rose pompon*, *etc.*, *violette odorante*, *violette velue*, *violette tricolore*, *violette de montagne*, etc., et ainsi des autres espèces.

Les genres sont des réunions artificielles que le naturaliste emploie pour mettre de l'ordre dans l'étude et simplifier la nomenclature. De même, il réunit plusieurs genres qui se ressemblent entre eux, principalement par les organes de reproduction, ou les principes constituants, et en forme ce qu'il appelle *famille*, ou *ordre*, ou *classe*.

39. Il existe des êtres qui, lorsqu'on les compare, n'offrent rien de semblable : un arbre, une écrevisse, un lézard, une sangsue, une pierre, une limace, sont très-éloignés les uns des autres dans toute classification méthodique des productions naturelles. On a créé, sous le nom de *règnes*, cinq grandes divisions parmi elles.

Premier Règne. Les Animaux sont des êtres vivant, sentant, se mouvant; ils vivent, c'est-à-dire qu'ils s'ac-

croissent par une nourriture prise et élaborée dans leur intérieur, et qui s'assimile à eux; ils ont plus ou moins de sensibilité, de sentiment de leur existence; ils peuvent changer de lieu pour se fuir ou se chercher, et choisir une habitation conforme à leur nature.

2e Règne. Les Psychodiaires sont intermédiaires entre les animaux et les plantes; ils vivent et se développent à la manière de celles-ci, mais sans déplacement, sans choix de site, sans conscience de l'existence, et végètent ou vivent alternativement. Tels sont les éponges, les polypiers, etc.

3e Règne. Les Végétaux vivent sans locomotion, sans sentiment; ils se nourrissent, comme les animaux, par le secours d'une organisation spéciale qui détermine l'assimilation de substances étrangères absorbées dans leur intérieur : c'est une véritable nutrition.

4e Règne. Les Minéraux n'ont point d'organisation qui permette la nourriture; l'accroissement se fait par l'addition à leur surface externe de molécules de même nature qu'eux : ils sont impérissables, et ne changent d'état que sous les influences chimiques des agents extérieurs. Ce n'est qu'une agglomération inerte et sans vie.

5e Règne. Les substances éthérées, dont les molécules sont invisibles et même souvent impondérables, c'est-à-dire sans poids : la lumière, le calorique, etc., sont dans ce cas.

Les animaux, les végétaux et les minéraux, composaient autrefois les seuls *règnes* de la nature; mais divers êtres, peu nombreux à la vérité, participaient tellement des conditions propres à plusieurs de ces divisions, qu'on ne savait dans laquelle les placer : c'est ce qui a déterminé la création de deux autres règnes pour les recevoir. Par là, les définitions de chaque règne sont devenues plus exactes.

Maintenant il restait à opérer des subdivisions dans chaque règne pour y distribuer tous les êtres : nous citerons ici les principales.

40. *Animaux.* On a placé dans une grande section, nommée *mammifères*, tous les animaux qui enfantent leurs petits vivants, et les nourrissent de leur lait pendant le premier âge. Ces êtres ont presque tous quatre membres : ce qui leur a fait donner aussi le nom de *quadrupèdes ;* mais plusieurs vivent dans les eaux, et y nagent à la manière des poissons (les *cétacés*) ; d'autres peuvent, comme les chauves-souris, voler dans l'air à la manière des oiseaux : ainsi le nom de mammifères leur convient mieux.

41. Les *oiseaux* se reproduisent par des œufs, aussi bien que les animaux des sections suivantes; ils ont quatre membres, sont couverts de plumes, et leurs bras sont conformés en ailes; la plupart peuvent voler dans l'air. Leur sang est chaud (*Voyez* n° 80).

42. Les *reptiles* tiennent le milieu entre les oiseaux et les poissons : leur sang est froid. Un grand nombre est privé de membres, et, dans ce cas, la locomotion s'opère par des mouvements de la colonne vertébrale. Les lézards, les grenouilles et les serpents, sont des reptiles.

43. Les *poissons* vivent dans l'eau; leurs membres sont des nageoires; ils ont un appareil respiratoire appelé *branchies*, formé de rayons et de filets très-déliés, qui leur servent à extraire de l'eau l'air qui y est contenu en dissolution. Leur sang est froid; leurs os sont des arêtes (*Voyez* n° 85).

44. Les *insectes* sont des êtres formés de parties articulées; ils passent par plusieurs états successifs; naissant d'un œuf, ils deviennent *ver* ou *chenille*, puis *nymphe*, puis prennent des ailes. Leur sang est une liqueur blanche et lymphatique, ainsi que celui des animaux suivants. L'organisation singulière de plusieurs espèces de ces animaux les a fait distinguer dans une classe spéciale; celle des *crustacés*, tels sont les homards, les écrevisses, les cloportes, etc.

45. Les *mollusques* sont des individus sans charpente osseuse, si ce n'est quelquefois une coquille qui protége

leur corps, ou le consolide. Leur substance est molle, sans os ni arêtes. Les huîtres, les limaçons en sont des exemples. Ils ont un cœur musculaire.

46. Les *vers* sont formés d'anneaux distincts, n'ont point de cœur, rampent en se contractant, et n'éprouvent aucune métamorphose. Beaucoup vivent dans l'intérieur des autres animaux : d'autres sont sur la terre ou dans les eaux. Les vers de terre, les sangsues, les ténias ou vers solitaires, sont dans cette classe.

47. Les *zoophytes* ont une enveloppe crustacée, percée de trous pour donner passage à leurs pieds ; d'autres sont tout à fait mous et flottent dans les eaux. Les oursins, les étoiles de mer, sont des zoophytes.

La partie de l'histoire naturelle qui traite des animaux a été appelée Zoologie ; c'est la plus importante de toutes les branches, par la diversité des phénomènes, et l'instinct de conservation dont tous ces êtres sont doués.

48. La Botanique s'occupe de l'étude des végétaux : le nombre immense d'êtres qu'elle embrasse a déterminé la création, dans cette science, de subdivisions comme dans la zoologie. Mais la diversité des formes et des fonctions n'est pas aussi remarquable dans les végétaux que dans les animaux ; les sections ou classes ne présentent pas le même intérêt. Il faudrait d'ailleurs entrer dans les détails de construction des organes pour faire comprendre ces divisions. Nous croyons inutile de nous y arrêter, attendu que l'intelligence des matières que nous aurons à exposer n'en pourra pas souffrir.

49. Expliquons seulement la construction des fleurs, parce que ce sont elles qui servent de base aux classifications, et que les plantes d'un même genre ont des fleurs exactement composées de la même manière ; prenons, par exemple, une fleur complète.

Au centre de la fleur est l'organe femelle ; l'*ovaire* est le jeune fruit, renfermant les semences rudimentaires, qui n'attendent, pour se développer, que l'action de l'organe mâle. L'ovaire est surmonté du *stigmate*, qui

est l'orifice par lequel la fécondation s'opère, et qui souvent est situé à l'extrémité d'un filet appelé *style*. Il y a quelquefois plusieurs styles et stigmates sur le même ovaire, et même plusieurs ovaires au centre de la fleur.

L'organe mâle est l'*étamine*; il y en a ordinairement plusieurs qui entourent ou surmontent l'ovaire. Les étamines sont des filets terminés chacun par une petite boule appelée *anthère*, qui se crève et répand le *pollen*, poussière fécondante.

La *corolle* entoure les organes sexuels, les protége avant le développement de la fleur, et s'ouvre pour laisser agir l'air et la lumière. C'est la corolle qui, par la vivacité de ses couleurs et le parfum de ses odeurs, attire plus particulièrement l'attention. Souvent elle est formée de plusieurs pièces distinctes appelées *pétales*: ce sont elles qui donnent à la rose, à l'œillet, et à presque toutes les fleurs l'éclat qui les fait admirer. Mais toutes les corolles ne sont pas *polypétales*; il en est de *monopétales*, c'est-à-dire que la corolle y est d'une seule pièce entourant l'ovaire et portant les étamines.

Enfin, le *calice* est l'enveloppe extérieure de la fleur: cet organe est rarement coloré; il est plus ordinairement herbacé et vert. C'est lui qui recouvre le bouton, et s'ouvre le premier pour laisser développer la fleur.

Du reste, ces quatre organes n'existent pas dans toutes les fleurs; il en est qui sont sans calice, d'autres sans corolle: les *fleurs mâles* n'ont point d'ovaires, les *femelles* point d'étamines. Mais la plupart des fleurs sont *hermaphrodites*, c'est-à-dire pourvues d'étamines et d'ovaires.

Les genres de plantes sont établis sur la conformation des fleurs, et c'est l'étude de la botanique qui apprend à distinguer les formes, le nombre et la position relative des parties.

50. La Minéralogie classe les corps inorganiques, en ayant égard à leur composition et à leurs formes extérieures. La figure des *cristaux* a longtemps servi de base

à cette classification; mais depuis qu'on a reconnu que les minéraux cristallisés n'étaient pas très-nombreux, et que les qualités physiques avaient moins d'influence sur leur existence que les agents chimiques, ce sont ces agents qui ont dû servir à la distribution des espèces et des genres. Ainsi, on dénomme les minéraux par des noms propres lorsqu'ils sont des corps simples, tels que le soufre, le carbone (charbon pur), l'or, l'argent, le cuivre, etc. S'ils résultent de la combinaison de deux corps simples, on énonce ces corps en en formant un seul nom; le *sulfure de mercure* est un composé de soufre et de mercure. Et on imite une locution analogue, lorsque le corps est un sel composé d'un oxyde et d'un acide combinés ensemble. Le sulfate de cuivre est une combinaison d'acide sulfurique et d'oxyde de cuivre; le carbonate de chaux est composé d'acide carbonique et de chaux, et ainsi des autres. Cette nomenclature chimique exigerait plus de développements; mais ce que nous en disons suffit à notre objet.

51. Nous terminerons en observant que toutes les substances végétales sont une combinaison de carbone, d'oxygène et d'hydrogène; cependant, quelquefois l'oxygène manque. Un quatrième corps, l'azote, est de plus un élément des animaux, et fait partie de beaucoup de végétaux.

Ces éléments sont quelquefois combinés avec d'autres dans la formation des substances, soit végétales, soit animales, mais n'y existent qu'en quantité si faible, que la substance pourrait en être privée sans changer de nature. Ces trois ou quatre éléments sont en proportions diverses dans les divers corps. L'huile est formée des mêmes principes que l'esprit-de-vin, le sucre, la gomme, etc., tous extraits des végétaux; mais ces principes n'y existent pas en même proportion.

ÉLÉMENTS

DE TECHNOLOGIE.

I. AGRICULTURE.

52. C'est de la terre que l'homme tire une partie de sa nourriture et des substances dont il compose ses vêtements. Il convient d'exposer les principaux procédés par lesquels on rend le sol fécond.

Pour que les graines qu'on met en terre puissent germer, se développer, et donner des plantes qui portent des fruits, il faut que le sol soit ameubli pour livrer passage aux racines, à l'eau pluviale, à l'air, et pour faciliter les actions de la chaleur et de la lumière. Les labours sont donc indispensables ; ils se font de trois façons :

1° Avec une *bêche* ; c'est ainsi qu'on cultive les jardins. (*Voyez* fig. 46.)

2° Avec la *houe* triangulaire, carrée ou fourchue (fig. 48, 52 et 50). Cet outil expédie plus vite le labour, et est employé par les vignerons et par les cultivateurs qui n'ont pas d'attelage. La dernière (fig. 50) s'appelle aussi *crochet*. Les *pics*, *pioches* (fig. 35), *hoyaux*, *binettes* (fig. 49), *serfouettes* (fig. 51), sont des espèces de houes dont on se sert pour ameublir la terre plus ou moins superficiellement, enlever les mauvaises herbes, tracer des sillons, enfouir des semences, etc.

3° Avec la *charrue*, machine qui exige la force des chevaux, des bœufs, etc., et qui est la seule employée dans les grandes cultures. On en a varié la forme de beaucoup de

manières, selon la nature des terres qu'elle est destinée à couper, diviser, renverser et ameublir. Nous décrirons celle qui est le plus en usage à Paris.

53. Les principales parties d'une charrue sont le *sep*, le *soc*, l'*age* ou la *flèche*, le *manche*, l'*oreille* ou *versoir*, le *coutre* et l'*avant-train*. (*Voy*. fig. 40.)

AA est le sep, planche de 75 centimètres de long, qui pose et coule sur le terrain ; elle est large à un bout de 16 centimètres et épaisse de 8, et s'amincit en pointe pour recevoir le soc B, qui est un fer aigu et tranchant, destiné à couper la terre : ce soc a 37 centimètres de long. On garnit le bord AA du sep d'une lame de fer, pour que le frottement l'use moins vite.

Le double manche CC entre dans une mortaise du sep, où il est solidement arrêté. La longueur du manche est en tout de 1 mètre. L'ouverture CC est en haut de 4 décimètres. Une traverse I rend l'assemblage plus ferme. Le laboureur tient un manche dans chaque main pour guider le soc, et pèse tantôt à droite, tantôt à gauche, pour s'opposer au déversement.

L'age ou la flèche DD passe dans un trou pratiqué au bas des manches, et est soutenu par la *scie* E et l'*atelier* F, qui sont mortaisés dans le sep et l'age, de manière à former un système très-solide. L'age a 2 mètres de long, et est épais à un bout de 1 décimètre, de forme longuement conique. Une mortaise de l'age reçoit le coutre G, qui y est arrêté par des coins, dans une direction oblique. Ce coutre est un fer tranchant à long manche, destiné à préparer la voie au soc, en entrant dans la terre, divisant les racines, etc. On se dispense souvent de mettre cette pièce.

Sur le côté du soc et du sep est assemblé l'oreille ou versoir HH, qui est en bois uni, de forme courbée, destiné à renverser les terres que le soc a coupées. La courbure de cette pièce est une des parties les plus importantes de cette construction, parce qu'il peut en résulter des frottements très-considérables qui nuisent à la force motrice.

Les parties que nous venons de décrire, diversement modifiées selon les lieux, composent les charrues usitées en

Belgique, dans le midi de la France, etc... On donne à cette machine le nom d'*araire*, quand elle n'a pas de roues. Elle suffit au labour des terres légères, n'est point coûteuse, et son entretien est très-modique. Nous en avons représenté une fig. 39. On attelle, dans ce cas, les animaux directement à l'age.

Mais pour labourer les terres fortes, on est dans l'usage de faire tirer la charrue par un *avant-train* monté sur deux roues *aa* (fig. 40), d'environ 6 décimètres de diamètre; *bb* est le *patron*, pièce de bois carrée de 1 décimètre de côté, et 28 centimètres de long; il reçoit l'essieu en fer dans une rainure par-dessous. Le *tétard c* se relève en devant et est fixé par des chevilles sur le patron; il porte la *pommelle*, à laquelle sont attachés les *palonniers* d'attelage.

L'age est percé de plusieurs trous; on choisit l'un d'eux pour y passer une forte cheville *n'*, saillante des deux côtés, sur laquelle s'accroche le *collet n* qui rattache la charrue à son avant-train. L'age porte sur une échancrure de la *sellette g* qui consolide le tout, et s'élève sur le patron. On comprend que lorsque les animaux tirent l'avant-train, celui-ci emporte avec lui la charrue, et que le laboureur, en pesant sur les manches, maintient la direction du soc comme il le veut. En changeant le point d'attache au collet sur l'age, on change aussi l'angle d'inclinaison, parce que l'age porte sur la sellette *g* en des points variables.

La profondeur du sillon, ou, comme on le dit ordinairement, l'*entrure*, dépend de l'ouverture de l'angle que font le sep et l'age : de sorte que le soc s'enfonce plus dans le sillon, quand cet angle est peu ouvert, que quand il l'est beaucoup. A mesure qu'on élève l'age sur la sellette, en accrochant le collet à des chevilles *n'* plus éloignées de l'extrémité D de l'age, on donne donc moins d'entrure au labour. On comprend que suivant la culture qu'on veut faire, la nature du sol, etc., il faut creuser la terre à plus ou moins de profondeur. L'age est maintenu avec des coins, dans une mortaise, au bas des manches, et on peut en changer l'inclinaison, pour donner au soc plus ou moins d'entrure.

La charrue qu'on vient de décrire est très-usitée, mais n'est pas la meilleure de toutes; cette description suffit pour

faire concevoir les fonctions des autres, et en apprécier les avantages et les inconvénients.

54. Après avoir donné un labour peu profond, on herse pour enlever les racines et les mauvaises herbes qu'on réunit en tas et qu'on brûle ; la cendre féconde le sol. On répand du fumier en une couche étendue ; on laboure de nouveau plus profondément, ce qui enterre le fumier, et le sol est préparé pour recevoir la semence. Au reste, on ne fume la terre que tous les trois ou quatre ans ; mais il faut la labourer avant chaque semis. Quelquefois on ne donne qu'un seul labour ; d'autres fois on en donne deux, trois, et plus, à des intervalles plus ou moins longs, pour laisser agir les influences de l'atmosphère sur le sol : tout cela dépend des localités, de la nature du grain qu'on veut semer, et de la sai son.

La *herse* est un triangle de bois carré, formé de barres assemblées, qu'on maintient par des traverses. Des dents de bois sont implantées perpendiculairement sur ces pièces. On promène la herse sur la terre, comme un râteau qui serait tiré par un cheval. Cette opération est destinée à briser les mottes de terre, à disperser et enterrer les grains semés, à unir la surface, etc. Ordinairement on herse dans deux sens qui se croisent. On brise quelquefois les mottes en promenant sur le sol un *rouleau* de bois, monté sur un axe en fer, et tiré par un cheval.

Quant au semis, il se fait souvent au cordeau, dans nos jardins, en traçant un sillon, et y répandant la graine avec la main, puis la recouvrant de terre; ou bien, on disperse la semence sur la plate-bande, et on passe le râteau. Les haricots, pois, lentilles, etc., se mettent dans de petits trous qu'on fait avec la binette (fig. 49) : on est deux personnes ; l'une jette les graines dans le trou, et l'autre recouvre chaque tas par la terre du trou qu'il fait à côté.

Les grands semis des champs se font *à la volée.* Le semeur emplit de grains un tablier qu'il a devant lui, et parcourant un sillon à pas comptés, il puise par poignées et lance la semence du côté gauche. Il convient que le temps soit calme pour que la graine se disperse également. On *chaule* d'avance le grain, c'est-à-dire qu'on

délaye un peu de chaux vive dans de l'eau, et qu'on y met tremper le grain. Cette pratique a pour objet de détruire la carie, et d'empêcher certaines maladies communes aux graminées.

55. A chaque sol convient une culture appropriée, des végétaux différents, etc. Le froment, l'avoine, aiment les terres fraîches et substantielles; le seigle, l'orge, se contentent des terres légères et sablonneuses, etc. Mais une règle générale, c'est qu'il ne faut pas semer plusieurs fois de suite la même nature de plante dans le même terrain. A un froment superbe on ne ferait succéder qu'un froment maigre, et la troisième année cette céréale n'y pourrait plus prospérer. *La terre se délecte en la mutation des semences*, a dit Olivier de Serres. Il faut donc faire alterner les objets de culture; c'est ce qu'on appelle des *assolements*.

Ainsi, après avoir bien fumé la terre, semez-y du froment ou du seigle; l'année suivante, de l'avoine ou de l'orge; la troisième année, de la vesce ou des pommes de terre : puis recommencez à fumer et à semer successivement les mêmes graines, et ce sera un *assolement triennal*. Quand la terre est riche en végétation, vous pourrez ne fumer que tous les quatre ans, et semer quatre espèces successives de grains; l'assolement sera quadriennal.

56. Il y a des pays où l'on est persuadé que la terre doit se reposer, comme les animaux, après le travail; on y fait des *jachères*, c'est-à-dire qu'on laisse une année entière le terrain improductif. Cette erreur est funeste, et va même quelquefois jusqu'à ne faire de semis dans un sol qu'un an sur deux, ce qui réduit une ferme à la moitié de son étendue. Ce n'est que dans les lieux où l'agriculture est dans l'enfance que cette pratique est suivie, et aussi quand les engrais manquent. Ne voyons-nous pas nos jardins, les marais de Paris, les fermes de Flandre et d'Angleterre, donner, sans repos, jusqu'à deux et trois récoltes par an? Il est vrai que si l'on ne fumait pas la terre, ce résultat serait impossible; il faut donc répandre des engrais, et par conséquent élever des bestiaux.

C'est la raison qui détermine la formation des *prairies artificielles*, c'est-à-dire la culture de la luzerne, du trèfle,

du sainfoin, etc. Si ces productions sont moins lucratives que le froment, elles nourrissent des chevaux, des vaches, des bœufs, qui sont plus productifs que le blé avec les jachères.

57. Quand une graine a levé et que la tige a acquis de la force, on *sarcle*, c'est-à-dire qu'on arrache, à la main, les mauvaises herbes; mais ce soin est bien difficile à prendre dans les champs, parce qu'il serait trop coûteux; on se contente d'épierrer et d'échardonner au milieu du printemps. Cependant les betteraves, les pommes de terre, les pois, etc., sont sarclés dans la grande culture, et le sol en est mieux préparé pour recevoir du blé l'année suivante, parce que les graines étrangères n'ont pu s'y semer.

58. A maturité du grain, on coupe les tiges. Ordinairement cette opération se fait avec une *faux* (fig. 45). C'est une lame d'acier A qu'on entretient coupante à coups de marteau sur le biseau du tranchant, et avec une pierre à aiguiser; cette lame est longue de 1 mètre, assez large, et un peu courbée, montée perpendiculairement, à l'aide d'une douille B, au bout d'un long manche de bois BC. Le moissonneur tient ce manche de la main droite, et un court manche latéral D de la gauche; il passe vivement cette lame au ras du sol en allant de droite à gauche; et lorsqu'il ramène sa lame du côté droit, il dépose sur terre ce qu'il a coupé. Quelquefois la faux porte un râteau très-léger en bois, qui sert à recueillir les plantes coupées. Les tiges se trouvent ainsi disposées en lignes nommées *andins*. On les laisse sécher quelque temps; puis on les rassemble en petits tas, nommés *javelles*: enfin, on les lie en bottes ou *gerbes*, avec des liens de paille, et on les porte au grenier; ou bien on réunit les gerbes en grands amas, nommés *meules*, auxquels on donne un abri par une toiture en paille.

59. Comme le froment et le seigle sont chers, et que la secousse donnée par la faux disperse souvent les graines, on préfère les couper par poignées avec une *faucille*, qui est une lame demi-circulaire dentelée qu'on tient avec un manche. (*Voyez* fig. 47.) C'est ce qu'on appelle *scier le grain*. Cette opération est lente.

On se sert aussi du *fauchon* (fig. 63). L'ouvrier tient cet outil dans la main droite, et dans la gauche le manche d'un crochet avec lequel il réunit une poignée de tiges : il *sape* ensuite les tiges, et le crochet sert de soutien pour empêcher que le choc ne secoue les grains. La sape va dix fois plus vite que la faucille, est peu coûteuse, et a l'avantage de ne pas prolonger la moisson jusqu'à ce que le mauvais temps l'arrête, ou même détruise les grains qui restent longtemps exposés à la pluie.

Le *froment* et le *seigle* se sèment en septembre, octobre et novembre (le second avant l'autre), passent l'hiver en terre. Cependant il y a des variétés qu'on ne sème qu'en mars. Le seigle épie à la fin d'avril, près de Paris; on le moissonne dans le commencement de juillet. Ce n'est qu'à la fin de ce mois, ou au mois d'août, qu'on scie le froment. Les bottes sont appelées *gerbes ;* pour les compter aisément, on les rassemble par *diziots*, ou tas de dix gerbes.

L'*orge* et l'*avoine* sont semées au premier printemps, dès que la saison a permis de labourer la terre. En trois mois l'orge est mûre ; l'avoine exige un peu plus de temps ; l'une se coupe dès la fin de juin, l'autre un mois plus tard.

60. On fauche les *prairies* aussitôt qu'elles commencent à défleurir ; d'abord les sainfoins et luzernes, dans la première quinzaine de juin; ensuite les bas prés et trèfles. L'herbe séchée prend le nom de *foin*.

Le *sainfoin*, la *luzerne*, le *trèfle*, sont semés en mars, sur une terre qu'on vient de semer en orge ou avoine ; ces céréales protégent les pousses contre les ardeurs du soleil, et donnent une récolte qui paye le travail de la terre ; car il n'est possible de couper la prairie artificielle, pour la première fois, qu'en octobre, et même il vaut mieux se priver de ce faible produit. On sème aussi les prairies artificielles à l'automne avec le blé ou le seigle.

Chaque année le fourrage se coupe deux ou trois fois ; l'une à la fin de mai, ou au commencement de juin ; les autres coupes, quand les pluies ont fait repousser les tiges. Ces dernières coupes s'appellent *regains;* ce sont des herbes tendres qu'on donne aux ânes, aux bœufs et aux vaches. On a soin de *faner* ces herbes, c'est-à-dire de les

exposer à l'air, en les retournant avec une fourche, pour les faire sécher. Peu après, on réunit le tout en *javelles*, puis en *meules*, et enfin en *bottes*.

Le *sarrazin* croît très-vite; on peut même le semer aussitôt après la moisson de l'orge, et même après celle du seigle, surtout si on le cultive pour fourrage, et qu'on n'attende pas la maturité des grains.

On sème la pomme de terre en mars et avril; ce sont des fragments ou de petits tubercules qu'on enfouit. Dès la fin d'août, ou dans le mois de septembre, la racine peut être retirée de terre et mise en sac.

En général, on sème presque tout en mars (excepté le froment, le seigle, etc.). Toutes les plantes qu'on cultive pour les racines, telles que les betteraves, les navets, etc., fatiguent moins la terre que les céréales, les pois, les haricots, et tout ce dont on veut récolter les semences; et parmi ces dernières plantes, les pois, les graines oléagineuses, le lin, le chanvre, sont celles qui exigent le plus d'engrais. Les herbes qu'on cultive pour fourrage, telles que les luzernes, moutardes, vesces, etc., améliorent le sol.

Les luzernes, sainfoins, etc., durent plusieurs années, quelquefois même dix ans dans les bons sols : lorsqu'on défriche ensuite la terre, pour y semer à la place des céréales, elles y prospèrent parfaitement. Il faut avoir soin de cultiver cette terre en plantes diverses pendant au moins autant d'années qu'elle a produit de la luzerne, avant d'y faire reparaître cette plante.

61. A l'époque de la fauchaison ou de la moisson, le nombre des bras est trop peu considérable pour suffire; et comme il importe que les récoltes soient faites promptement, pour les assurer contre le mauvais temps, qui est trop commun en cette saison, une multitude d'ouvriers viennent louer leur travail aux environs de Paris. Ils y accourent des provinces de Flandre, Bourgogne, etc., où ils retournent après le temps des moissons, remportant avec eux le prix de leurs journées. Ce prix s'établit à la tâche, de consentement mutuel avec les fermiers. Le battage des grains et autres opérations agricoles se font à loisir par les habitants du pays.

62. Quant à la manière de construire une *meule* à fourrages, il ne s'agit que d'élever un tas de forme conique plus haut que large, de bien tasser le foin, et de peigner le pourtour avec un râteau. On laisse quelques jours le fourrage ainsi amoncelé pour qu'il sue. On ne doit le mettre en bottes que lorsqu'il est sec (pas trop cependant), car l'humidité lui ferait contracter un goût de moisi, et même il pourrait prendre feu naturellement par l'effet de la fermentation.

Quant aux meules à grain, elles sont destinées à suppléer aux granges, lorsque les bâtiments sont trop peu spacieux; elles doivent durer plusieurs mois, ce qui oblige à leur donner plus de solidité. Au centre d'un cercle, sur un sol élevé, on enfonce une longue perche verticalement; puis on range sur la terre toutes les gerbes en rond, en tournant les épis du côté du centre. Il est utile de coucher le premier rang sur un lit épais de paille sèche. On met ainsi gerbe sur gerbe, en élevant le tas en forme de cylindre, ou même en cône tronqué renversé, et économisant beaucoup la place, pour faire tenir la plus grande quantité possible de grain. Lorsqu'on trouve que le tas est presque assez élevé, on continue l'amas en diminuant le contour et rétrécissant l'édifice en dôme ou en cône. Enfin, on recouvre toute la partie d'en haut de paille en forme de toiture : on prend de petits faisceaux de chaume parallèles qu'on entre par un bout dans les gerbes, en commençant par le rang circulaire inférieur, et on dispose ces faisceaux en recouvrement, les uns sur les autres, pour que la plnie coule sur ce toit sans pouvoir pénétrer.

63. Pour ôter les grains de leurs enveloppes, les jardiniers les séparent à la main : mais, dans les grandes cultures, on les bat au *fléau ;* c'est un bâton de bois dur, attaché par des courroies au bout d'un long manche. Ces courroies forment deux anneaux pris l'un dans l'autre. On étale la gerbe, et les batteurs frappent sur l'épi l'un après l'autre, par coups cadencés, pour que les trémoussements détachent la graine. Le bâton doit frapper en se couchant sur l'aire, et se relever par secousse. Il y a des pays où le battage se fait avec une machine tournée par des chevaux. Dans

d'autres, on fait courir des chevaux en cercle sur les épis qu'on a étalés sur l'aire : mais alors la moisson se fait en ne coupant que les sommités de la tige; on fauche ensuite la paille, qui, sans cela, serait brisée sous les pieds des chevaux.

On *vanne* le grain, c'est-à-dire qu'on le débarrasse des balles et corps légers, en le projetant en l'air, par un temps de grand vent. Près de Paris, le vannage se fait en mettant du grain dans un *van*, sorte de grand panier d'osier très-aplati et sans rebord d'un côté, et on fait sauter la masse en l'air. Il faut aussi passer le grain dans un *crible*, espèce de tamis dont le fond est en parchemin percé de trous, pour retenir les ordures, les pierres.... Il y a aussi des cribles dont le fond est en tissu de fil de fer; on les suspend avec des cordes, et on les manœuvre avec les pieds. Nous traiterons ce sujet avec plus de détail n° 539.

C'est une chose d'une extrême importance que de conserver les grains dans les années d'abondance, pour les vendre dans les temps de disette. On a longtemps flétri sous le nom d'*accapareurs* les hommes qui se livrent à ce commerce, mais le progrès des lumières a enfin permis de reconnaître que ces négociants, en spéculant par intérêt personnel, font une chose extrêmement utile aux populations. Les achats qu'ils font soutiennent les prix des grains, lorsqu'ils seraient trop bas pour que les cultivateurs puissent y gagner; et les ventes viennent ensuite abaisser les prix qui seraient trop élevés, et parer aux maux de la disette.

Le grain conservé éprouve beaucoup de déchet en séchant et par le ravage des animaux, ce qui fait qu'on ne sème ordinairement que du grain de l'année. Pour éviter ces pertes, les *silos* sont un mode très-utile : ce sont des trous creusés en terre dans un sol bien sec et abrité des eaux; on y renferme le grain en l'entourant et le recouvrant d'un lit épais de paille. On n'est plus obligé d'aérer le grain pour qu'il ne s'échauffe pas; il n'éprouve qu'un faible déchet, et se conserve très-bien.

Le blé se porte au marché dans de grands sacs, et on le vend à la mesure rase : cette mesure est le demi-hectolitre. Il faut 1 hectolitre $\frac{1}{2}$ pour faire un setier de Paris,

pesant 120 kilogr. en bon blé. Le setier d'avoine a 3 hectolitres : mais ce sont des usages qui changent avec les localités.

Nous parlerons plus tard de diverses autres cultures assez étendues, telles que celles du maïs, du chanvre, du lin, du colza, de la navette, du pavot, etc.

64. Lorsqu'on veut planter en *vignes* une localité qu'on a reconnue propre à cette culture, c'est-à-dire dans un terrain sec et léger, on prépare le sol par des labours, puis on se procure des *sarments* ou brins de bois bien mûrs, en préférant ceux qui ont au bas une *crosse*, ou morceau de vieux bois. On fait des trous de 3 à 4 décimètres de profondeur, avec la houe, ou avec un morceau de fer, et on plante dans chacun un sarment. Il est assez d'usage aussi de tracer un sillon au cordeau et d'y coucher les crosses. Cette plantation se fait depuis novembre jusqu'en mars, et elle s'enracine au printemps. On rogne la tige à deux yeux au-dessus du sol.

La première année, on ne donne à la terre que des binages. En mars suivant, on rabat à deux yeux ; la deuxième année, on fume la terre et on donne trois légers labours ; on ébourgeonne en juin. Ces opérations, la taille, les binages, les labours, se continuent chaque année. Au bout de cinq ans, elle est en rapport. Les ceps doivent en général être alignés, et distants de 7 à 10 décimètres en tout sens. On recouche ceux qui doivent remplacer les morts ou les tiges mal venues : c'est ce qu'on appelle *provigner :* on réunit dans la *fosse* 3 à 4 brins. Les *sautelles* sont des sarments allongés qu'on conserve pour avoir beaucoup de raisin, et qu'on *rabat* après la récolte, c'est-à-dire qu'on coupe à deux ou trois yeux. Il y a des vignes bien conduites qui durent depuis quatre siècles.

65. Les arbres forestiers se sèment à la volée dans une terre convenablement labourée ; on y mêle souvent de l'avoine ou de l'orge qui protége les jeunes plantes contre le soleil d'été, et dont la récolte paye les frais de labour. Pour jouir plus promptement, quelquefois on tire le plant des pépinières et on le repique en place. La culture des forêts se réduit à un labour et un binage chaque année : au bout

de cinq à six ans, on abandonne les arbres à la nature, sauf à en couper les branches mal venues, à élaguer les tiges, former les têtes, etc.

Au bout de quinze, vingt, trente ans, plus ou moins, selon la nature du sol et les besoins du propriétaire, on coupe les arbres au ras de terre, et on en fait des fagots, ou du bois de corde : mais on épargne les plus beaux pieds, sous le nom de *baliveaux*, pour leur laisser une longue croissance. Ces coupes de bois se font ordinairement par portions, de manière que chaque année le propriétaire ait un produit égal : c'est ce qu'on appelle faire des *coupes réglées*, et ce qui ramène le revenu des bois au taux des fermages ordinaires.

66. Pour élever des arbres fruitiers, on en tire des pépinières et on les plante dans des trous de 13 décimètres en carré; ou bien l'on sème des pépins et des noyaux, puis on *greffe* les sauvageons ainsi obtenus; car la graine du fruit le plus succulent ne produit presque jamais que de mauvais fruit. Pour greffer, il faut enlever un œil et un lambeau d'écorce sur un arbre, et transporter cet œil sous une fente faite en T à l'écorce du sauvageon. C'est ce qu'on nomme un *écusson* (fig. 65). Ou bien, on rapproche les plaies des deux écorces d'un sauvageon et d'un arbre à bon fruit. C'est la greffe *par approche.* Ou enfin on coupe la tête du sauvageon, et on fend la tige sur une petite longueur, dans le sens des fibres; puis on insère dans la fente un *scion* ayant trois ou quatre yeux qui est taillé en flûte, et toujours en faisant coïncider les écorces : c'est la *greffe en fente* (fig. 64).

Quand le sauvageon ou *sujet* a de l'analogie avec la greffe, et que la séve est abondante, les écorces se soudent, les yeux de la greffe se développent, et en supprimant toutes les pousses sauvages, on a l'arbre qui doit, sous trois ou quatre ans, rapporter les mêmes fruits que l'arbre où l'on a pris la greffe. On remarquera que la greffe ne change pas la nature des fruits de l'arbre d'où on la tire; que peut-être elle les améliore un peu; et qu'enfin elle ne consiste qu'à faire prendre vie à un œil de cet arbre, en le faisant nourrir par la séve du sauvageon; c'est ce qu'on obtient

en facilitant la soudure des deux écorces. Il faut garantir la plaie de la greffe du contact de l'air, avec de la boue et une poupée de linge pour les greffes en fente et en approche, et en ficelant avec de la laine les greffes en écusson.

II. COMESTIBLES.

Riz.

67. Les deux tiers de l'univers font du riz la base de leur nourriture. C'est une graminée qui ne se plaît que dans les marécages, et dont la culture produit, dans les pays où elle est répandue, des maladies épidémiques qui rendent la population faible et souffrante. Aussi ne l'a-t-on pas introduite en France, quoiqu'elle pût réussir dans nos départements du midi. Le riz ne vient bien que dans les contrées chaudes : celui de Caroline est très-estimé ; dans l'Inde, l'Égypte, l'Afrique, la Chine, et le Piémont, etc., il réussit parfaitement.

Pour faire venir le riz, on laboure le sol en mai, aussi tôt qu'il a pu perdre une grande partie de son humidité naturelle : on ménage par places des banquettes de terre pour retenir les eaux ; ensuite, on couvre le sol d'eau, et après avoir fait tremper la graine pendant deux jours, on la répand à la volée. Au lieu de herser, on promène, sur le semis, une planche chargée qu'un cheval traîne. Vers le mois de juillet, on fauche le champ de riz, et quinze jours après il entre en fleur : il faut inonder la terre ; à la fin d'août, on la dessèche et on moissonne. Une rizière produit trois à quatre ans de suite, sans repos ni engrais.

On bat ensuite le riz sous les pieds des chevaux (*Voyez* p. 42), et on le vanne : le grain est alors appelé *rizon ;* il est recouvert de sa pellicule, qu'il faut enlever. On se sert pour cela de mortiers en bois ou en pierre, et de pilons mus par un moulin (*Voy.* n° 520). Au sortir de la rizière, le riz est encore impur, et sert à la nourriture du peuple : pour paraître sur nos tables, il faut achever de

le *blanchir*. Le déchet du rizon, pour devenir riz blanc, est d'environ moitié.

Maïs, Blé de Turquie.

68. Cette belle graminée a des tiges fortes et élevées, des feuilles amples et des épis formant une masse charnue et cylindrique; les épis de fleur qui terminent la tige sont mâles et stériles. Les épis femelles sortent des aisselles des feuilles ; leurs grains sont gros, colorés, rangés en huit à douze lignes sur un axe épais. C'est une des plantes les plus productives, car un seul grain semé en produit quelquefois jusqu'à six et huit cents.

Le maïs exige des labours profonds, des engrais, un sol humide et léger. On le sème en avril, après le temps des gelées, en jetant les graines dans des sillons écartés de 6 décimètres ; on met quatre à cinq semences ensemble, et on espace les tas d'environ 1 mètre. Quand le plan est levé, on l'éclaircit, on donne jusqu'à trois binages en rechaussant les tiges de terre, ce qu'on appelle *butter*.

Les jeunes tiges de maïs donnent un fourrage très-aimé des bestiaux : dans ce cas, on sème à la volée, et on fauche dès que les fleurs mâles apparaissent. Lorsqu'on cultive pour graines, on attend le desséchement naturel des feuilles pour cueillir les épis. Il faut au moins cinq mois, à compter de la semaille, pour faire cette récolte. La farine de maïs sert à faire des pains, des gâteaux, et divers mets appelés *polenta* en Piémont : elle nourrit un grand nombre de personnes. Cette pâte ne *lève* pas seule, il faut la mêler à celle de froment pour en faire du pain. On donne le nom de *gaudes* à la farine bouillie dans le lait. Les volailles, les bestiaux, mangent le maïs avec plaisir ; on peut y joindre la rafle de l'épi broyé. Les feuilles servent à faire des paillasses de lit, etc.

Pommes de terre.

69. Cette plante est une des plus précieuses conquêtes qu'on doive à la découverte de l'Amérique : les riches mines d'or et de pierres précieuses de cette contrée sont bien loin de valoir cette utile acquisition. C'est la racine dont tant de nations font actuellement leur principale nourriture ; elle est de forme ronde ou allongée, charnue, et de couleur blanche, rouge ou jaune : sa surface porte les bourgeons, d'où sortent les véritables racines de la plante.

Quoique la pomme de terre vienne dans tous les terrains, elle préfère un sol sec, léger et peu fumé. On ameublit par des labours, et, aux premiers jours du printemps, on ouvre des tranchées où l'on dépose de petites pommes de terre, ou de grosses coupées par morceaux, qu'on espace, dans le sillon, d'environ 2 décimètres. Le sillon suivant que trace la charrue recouvre le premier : on laisse à peu près 6 à 7 décimètres entre les rangées de pommes de terre. On herse, et quand les tiges sont poussées, on bine, on sarcle et on butte à plusieurs reprises. La pomme de terre craint beaucoup le froid.

A l'automne, ou vers la fin de l'été, on enlève les tubercules, quand on voit les tiges faner ; cette opération se fait à la houe ; en tirant la botte de tiges, on fait sortir les racines de terre. On peut brûler ces tiges, pour retirer la potasse de leurs cendres. Les tubercules mis en sac sont portés à la cave, où on les conserve à l'abri du froid, qui les perdrait, et de la chaleur, qui les ferait germer.

On extrait de la pomme de terre une *fécule* (*Voy.* ce mot) qui est très-utile à la cuisine et à la pâtisserie. On ne peut écrire un article sur la pomme de terre sans rappeler le nom de *Parmentier* qui en a introduit l'usage en France.

Champignons.

70. Plantes singulières qui n'ont ni feuilles, ni fleurs, dont la substance est charnue, ou ligneuse et coriace, ou fugace et se fondant en eau. Les champignons croissent sur

les pelouses, dans les bois, les prairies, et sans soins ni culture; mais comme il y a un très-grand nombre de ces végétaux qui sont vénéneux, on ne sert à Paris sur les tables que l'espèce qu'on cultive sur des couches formées de terre et de fumier, qu'on larde de *blanc;* le blanc n'est autre chose que des champignons naissants pris sur une couche en travail. Cette plante est formée d'une tige portant un chapeau dont le dessous est fermé par une membrane, dans le jeune âge, et rayonné par des lames minces et roses qui noircissent en vieillissant. Le champignon de couches croît aussi naturellement sur les prairies, dans les jardins.

Les *mousserons* sont de petits champignons qu'on trouve sur les pelouses; l'*oronge* est orangée et croît sur terre dans les forêts méridionales. Ces champignons sont semblables à ceux de couches, sauf la couleur et la taille.

Le *ceps* vient aussi dans les bois; il est très-charnu, et son chapeau épais est recouvert en dessous par une multitude de petits tubes qu'on peut aisément séparer de la chair. Ce champignon ressemble sous ce rapport à beaucoup d'autres; mais sa forme et sa couleur l'en distinguent.

La *morille* vient dans les terres calcaires des haies, des bois : son chapeau est allongé en cône creusé de profonds sillons, et tout à fait difforme.

La *clavaire* est une sorte de petit buisson charnu qu'on trouve sous les futaies, ainsi que la *chanterelle,* dont la couleur est orangée et le chapeau relevé et chargé de rides en dessous.

Ces divers champignons sont si faciles à reconnaître que l'on ne risque pas de les confondre avec d'autres. Il en existe encore qu'on pourrait servir sur les tables, et qu'on en éloigne par crainte de dangereuses méprises.

Truffes.

71. Ce sont des espèces de champignons qui croissent dans les terres sablonneuses et argileuses, ordinairement dans les forêts de charmes, de châtaigniers, de chênes.... Elles sont semblables à des pommes de terre, mais n'ont ni radicules, ni tiges, ni rien qui paraisse au-dessus du

sol. Leur intérieur est noir, brun, marbré ou blanc, selon les variétés et l'âge : les truffes exhalent un parfum qui les fait rechercher pour les tables somptueuses. Leur écorce est chagrinée. Elles pèsent jusqu'à 1 et 2 kilogrammes, et même plus ; mais ordinairement elles sont plus légères et de la grosseur d'un petit œuf de poule. Comme elles sont cachées à environ 2 décimètres sous terre, et que les cochons les aiment beaucoup, on se sert, pour les découvrir, de cet animal dont l'odorat est très-fin, et on fouille dans les lieux où il les indique. On dresse aussi des chiens à cette chasse. On a soin de récompenser les animaux par des appâts lorsqu'ils ont trouvé des truffes.

C'est d'octobre en février que l'on fait la récolte des truffes ; pendant le reste de l'année, on n'en trouve plus, ou elles manquent de saveur. Le sud-ouest de la France est renommé pour cette production ; on en trouve aussi en Alsace, en Dauphiné, etc. Mais elles sont moins estimées que celles de Périgord. Les truffes de Piémont sont blanches, et ont une odeur d'ail qui les fait rechercher en ce pays. En général, c'est une nourriture excitante, réservée aux tables des gens riches, parce qu'elle est d'un prix élevé : on fait entrer les truffes, comme assaisonnement, dans une multitude de mets différents.

Asperges.

72. Le fruit de l'asperge est une petite boule rouge imitant une groseille, mais isolée et point juteuse ; il contient plusieurs graines qu'on sème dans un sol fumé et ameubli. Au bout d'un, deux ou trois ans, on enlève ces plants, et on les repique en place. Les racines sont de longs filets charnus ; on les appelle *griffes.* On les replante en rangs dans de petits fossés labourés et fumés. Les jeunes pousses sont coupées dès qu'elles sortent de terre, au printemps. On les cuit à l'eau, et on mange, avec une sauce, la partie qui est verte ou violette, et se présente au-dessus du sol. Plus tard, ces tiges repoussent et prennent une hauteur

d'environ un mètre, et se divisent en rameaux touffus portant les fruits et un feuillage très-fin et très-vert.

Salades.

73. Les salades sont semées, dans nos jardins, sur un sol très-ameubli et engraissé. Quand elles ont jeté quelques feuilles, on les ôte de terre, en évitant de casser les tiges et les racines, puis on les *repique* en planches. Ce repiquage se fait en enfonçant en terre un bâton pointu, appelé *plantoir*, plaçant la tige sur le bord du trou, et refoulant la terre contre elle. On arrose ensuite, si le temps est sec. La plante croît, et quand on veut la manger, on lie les feuilles en bottes avec des brins de paille, pour qu'elles blanchissent, s'attendrissent et arrêtent leur croissance, effets dus à la privation d'air, de lumière et d'eau. On recouvre même la plante d'une feuille, quand on craint l'action du soleil, ou que la pluie ne pénètre la botte et ne pourrisse le cœur. On coupe la plante pour la manger; la racine repousse souvent une autre tige, qu'on laisse monter à graine, si l'on veut.

Viande, gibier à poils.

74. Au premier rang des quadrupèdes qui servent à notre nourriture, il faut placer le bœuf et la vache. Pour tuer ces animaux, on leur prend la corne dans un anneau de fer solidement fixé à terre, et un boucher l'y retient fortement avec une corde, tandis qu'un autre lui assène, avec vigueur, un coup de masse en fer sur le front. Le bœuf est étourdi et succombe; on redouble, s'il le faut, les chocs, et lorsqu'il gît sans mouvement, on l'égorge. Il faut faire sortir tout le sang, et ensuite souffler de l'air par l'anus pour gonfler les tissus graisseux.

La peau sert à faire des cuirs; le poil, de la bourre; les cornes et sabots se travaillent et font de la colle forte, ainsi que les os et plusieurs autres débris; la graisse est mêlée au suif; on mange la chair, le lait, etc.

Le veau est le petit de la vache ; on l'élève jusqu'à 3, 4, 5 et 6 semaines pour ensuite le tuer et s'en nourrir.

Le taureau est le mâle de la vache ; le bœuf est un taureau qu'on a mutilé ; la génisse est une jeune vache.

75. Le chat, le chien, et presque tous les animaux carnassiers, sont bannis de nos tables ; leur chair a une saveur repoussante. Il en faut dire autant des rats, souris, loirs, etc. Quoique le cheval, l'âne, l'éléphant, etc., soient herbivores, on ne trouve pas leur chair agréable à manger, parce qu'elle est trop coriace : on ne s'en nourrit donc qu'en cas de nécessité.

76. Le *porc* est un des animaux les plus utiles à notre nourriture. Aucune partie n'en est rejetée. Ses intestins bien lavés servent à faire des andouilles ; son sang, mêlé de graisse et enfermé dans une portion de boyau, compose le *boudin ;* sa peau peut être tannée (Voyez *cuir*) ; ses cuisses et épaules sont appelées jambons ; la chair de dessus les côtes est salée sous le nom de *lard ;* ses poils même, appelés *soies*, servent à guider l'alêne et l'aiguille de l'ouvrier qui coud le cuir, etc.

La graisse blanche du porc étant fondue est appelée *saindoux ;* le *vieux oing*, qui sert à graisser les essieux, est de la graisse non fondue et battue avec un bâton.

Le mâle s'appelle *porc* ou *verrat ;* la femelle, *truie ;* le cochon domestique est un *porc* mutilé ; celui qui est sauvage est nommé *sanglier ;* ses petits sont des *marcassins*.

77. Le *bélier* est le mâle de la *brebis ;* l'animal mutilé prend le nom de *mouton*. Le petit est l'*agneau*. Les troupeaux sont conduits aux champs par un berger, qui, aidé de ses chiens, les défend des attaques et s'oppose à leur fuite, ou aux dégâts qu'ils pourraient faire dans les prés et les moissons. La peau des moutons peut être préparée pour en faire une espèce de cuir ; leur graisse est le *suif ;* leur poil est la *laine* dont on compose la plupart de nos vêtements ; on en mange la chair, etc.

La *chèvre* est la femelle du *bouc ;* cet animal est nourri à l'état de domesticité pour en retirer le lait et le fromage ; on est peu dans l'usage de manger sa chair, quoiqu'elle soit assez bonne. La chèvre est très-vive, elle aime à grim-

per et à sauter, et il est difficile de la discipliner et de la conduire en troupe. Son poil se tisse comme la laine; ses cornes peuvent être travaillées; on en fait aussi de la colle forte.

Le bœuf, la vache, les brebis, la chèvre, le cerf, le daim, etc., sont des animaux *ruminants ;* ils sont tellement conformés par la nature, qu'après avoir avalé rapidement les herbes dont ils se nourrissent, ils les font remonter peu à peu dans leur bouche pour les mâcher de nouveau; ils sont alors situés dans l'état de repos. Cet acte s'appelle *rumination.* Ces animaux ont quatre estomacs appelés *la panse, le bonnet, le feuillet et la caillette.* C'est dans les deux premiers que les herbes entrent d'abord ; elles ne passent dans les autres qu'après qu'elles ont été broyées de nouveau et réduites en une sorte de bouillie liquide.

78. Les quadrupèdes qu'on désigne sous le nom de *gibier* sont :

Le *lièvre*, animal craintif, à très-longues oreilles, ne se cachant pas dans la terre; il se fait chasser en arpentant la plaine par de grands circuits : il se couche à plate terre pour dormir. On le prend dans des piéges, ou bien on l'atteint à coups de fusil. Sa chair est un mets recherché. Son poil et sa peau ont divers usages dans les arts. Ses oreilles ont la pointe noire, et sa fourrure est d'un gris roux.

Le *lapin* est plus petit que le lièvre, a les oreilles moins longues; son pelage est gris. Il vit en société, et se creuse une demeure en terre, mais jamais dans les lieux qu'habitent les lièvres. Lorsqu'il est poursuivi, il se cache dans son *terrier*, qui a un grand nombre d'issues. Cette espèce est très-féconde; on la réduit aisément en domesticité. La chasse s'en fait avec des piéges, ou au fusil, ou avec un *furet*, animal qui est ennemi juré des lapins, les débusque de leur terrier et permet de s'en saisir à la sortie. Il y a des lapins blancs, d'autres à poils soyeux ou d'angora. On nourrit même de ces espèces pour les tondre au printemps, et filer leurs poils dont on fait des vêtements moelleux. Ces poils se feutrent comme ceux du lièvre; on en fait des chapeaux. La chair du lapin est assez peu estimée.

Le *cerf* est un des animaux les plus beaux et les plus agiles des forêts. Il est de couleur brune ou fauve; sa tête est ornée de cornes ou bois ronds et rameux (n° 223); sa femelle est appelée *biche*; son petit, *faon* et *daguet*. La chasse au cerf est un des exercices les plus nobles; on la fait à cheval, étant armé de fusils et de couteaux; on lance la bête avec des chiens et on la poursuit. Cette chasse est un art très-étendu, qui fait la principale partie de la *vénerie*.

Le *chevreuil* est brun, plus petit que le cerf, ayant le derrière blanc; ses bois sont petits et fourchus; la femelle s'appelle *chevrette*. Sa chair est très-délicate et a un fumet que beaucoup de personnes estiment. Cet animal habite les forêts, où on le poursuit à coups de fusil.

Le *daim* est brun, tacheté de blanc, plus petit que le cerf: le bois de sa tête est grand et muni d'*empaumures* larges, plates et dentelées.

Le *chamois* habite les sommets les plus élevés des Alpes, les rochers les plus escarpés, où de hardis chasseurs le poursuivent et l'attaquent. Ses cornes sont droites, recourbées seulement à la pointe, et noires. Son pelage est gris-brun. On le recherche surtout pour sa peau dont le cuir est très-estimé.

Le *sanglier*, dont on a déjà parlé. C'est un animal fort et courageux; son poil rude est souvent impénétrable aux balles de fusil, et la chasse qu'on en fait, dans les lieux les plus sauvages des forêts, n'est pas sans danger.

79. L'*ours* est un grand animal, à corps trapu, à membres robustes et épais; il y en a en France deux espèces, un brun et un noir, qui habitent les Alpes, les Pyrénées: ils marchent sur une plante comme celle de nos pieds, et se dressent sur les pattes de derrière pour embrasser et étouffer leur ennemi: il faut un grand courage pour attaquer seul ce terrible animal, même en combattant avec une arme à feu. Cependant il y a des chasseurs qui ne craignent pas de se mesurer avec l'ours, en ne s'armant que d'un simple pieu, qu'ils lui enfoncent dans le ventre lorsqu'il se dresse sur ses pattes de derrière. On en tue un grand nombre pour s'emparer de leur fourrure et de leur graisse. Leur chair, et surtout celle de leurs pattes, passe pour un

mets délicat. L'ours préfère les racines, les fruits et le miel à la chair. Il dévaste les ruches qu'il trouve, sans craindre les piqûres des insectes qui ne peuvent percer au delà de l'épaisse fourrure qui le protége. C'est un animal très-intelligent, et qui se décide rarement à attaquer l'homme ou même les autres quadrupèdes.

Oiseaux, volailles, gibier à plumes.

80. Les oiseaux sont presque tous organisés pour voler dans l'air : la légèreté de leurs os, la solidité de leur épine dorsale, la puissance des muscles moteurs, tout est combiné pour le vol. Plusieurs ont les doigts de leurs pattes réunis par une peau qui en fait une nageoire et les rend propres à vivre sur l'eau. D'autres ont des serres aiguës, un bec fort et coupant, et une hardiesse qui les porte à combattre et se nourrir de proie vivante ; il y en a qui sont munis d'ongles robustes pour grimper sur les troncs et les rochers ; d'autres ont un long cou et sont montés sur de longues jambes qui leur permettent de chercher les animaux vivant au fond des eaux peu profondes, sur les rivages, etc.

Ces animaux n'ont ni lèvres, ni dents, mais un bec corné dont les deux mandibules sont mobiles. Souvent leur estomac est double, l'un nommé *jabot*, l'autre *gésier* ; celui-ci est pourvu de muscles robustes qui émoussent les pierres aiguës, et même le fer. La femelle pond des œufs, dans un nid ordinairement construit avec un art singulier. Ces œufs étant échauffés, en les couvant, il en sort, au bout de quelque temps, des petits qui courent presque aussitôt, sous la protection de leur mère, du moins dans beaucoup d'espèces.

Les oiseaux de proie et de rivage ont leur chair d'une saveur repoussante : beaucoup d'autres ne peuvent servir à notre nourriture. Ceux de basse-cour ont acquis, par la domesticité, des qualités et un goût qui les rendent précieux. Il y a des oiseaux voyageurs qui, tels que l'hirondelle, le rouge-gorge, l'ortolan, la caille, l'oie, le canard, etc.,

changent, avec les saisons, leur lieu d'habitation : les uns, pour fuir en hiver le froid et la neige, et chercher des climats plus doux, où ils ne sont pas privés des insectes nécessaires à leur nourriture ; d'autres, au contraire, accourent, en hiver, dans nos contrées, où ils sont insensibles aux rigueurs du froid, cachés sous leur épais plumage.

81. Les oiseaux de basse-cour sont principalement les suivants :

Le *coq*, dont la femelle est appelée *poule*, et les petits *poulets*, *poussins*. On nourrit cet oiseau pour en manger la chair et les œufs ; il vit de graines, de fruits, d'herbes, de viande, de poissons, etc. Quand il est mutilé et engraissé, on le nomme *chapon*, *poularde*. Le coq est renommé par son courage, sa fierté et la dignité de son attitude. Le réduit où ces animaux se retirent et font leur ponte, est appelé *poulailler* : il est pourvu de bâtons ou *juchoirs*, pour qu'ils se perchent, et de nids pour recevoir le dépôt de leurs œufs.

Le *dindon*, dont la femelle est appelée *dinde*, et les petits *dindonneaux*, est employé aux mêmes usages ; c'est le plus gros et le plus délicat à manger de tous les oiseaux domestiques. Il est originaire d'Amérique et est nommé quelquefois *coq* ou *poule d'Inde*. Il passe la nuit à l'air, perché sur les bâtons d'une gaule plantée verticalement ; le froid, la neige, ne lui sont pas nuisibles, quand il est assez âgé pour les braver ; et comme il est très-robuste, les fouines et autres animaux carnassiers n'osent l'attaquer.

L'*oie* et le *canard* sont des oiseaux nageurs, qui se plaisent près des mares et ruisseaux, même quand l'eau en est bourbeuse et infecte : ils y cherchent les vers et les insectes, dont ils sont très-friands. Le *cygne*, qui est si remarquable par la beauté de ses formes, la grâce de ses mouvements, et l'éclatante blancheur de son plumage, n'est guère nourri que comme un ornement des bassins dans les jardins de luxe. Ce qu'on a dit du chant du cygne quand il est près de mourir, n'est qu'une fable. Tous les oiseaux de basse-cour n'ont qu'une voix dure et monotone ; le coq seul sait donner de l'éclat à la sienne. Tous ces oiseaux aiment le froid qu'ils vont chercher en été dans les pays du Nord, et re-

viennent nous visiter pendant l'hiver, parcourant, en troupe, d'immenses distances.

Le *paon* est, comme le cygne, un oiseau de luxe ; la variété de couleurs de son plumage qu'il étale avec grâce, en fait l'ornement de nos cours. On mange sa chair ; mais sa fécondité ne compense pas les frais de son entretien. Il faut en dire autant de la *pintade*.

Le *pigeon* se nourrit de grains d'orge, de seigle, d'avoine, de vesce et d'autres plantes. Le *ramier* est gris-brun, voyageur, se perche, vit dans les bois et établit son nid sur les arbres élevés. Le *biset* est d'un bleu d'ardoise, habite les bois, et peuple les colombiers, où, l'hiver excepté, on ne lui donne aucune nourriture, lui laissant le soin d'y pourvoir lui-même. Le *pigeon de volière* est beaucoup plus fort et plus délicat, ne s'écarte pas du colombier, et s'apprivoise très-facilement. La propreté de sa robe, la douceur de son caractère, la grâce de ses mouvements et de sa forme, en font l'ornement des basses-cours : on en connaît une multitude de variétés.

La *tourterelle* est grise en dessus, avec la poitrine rougeâtre et deux taches mêlées de noir et de blanc sur le cou : elle est sauvage, mais peut s'apprivoiser.

Les tourterelles et les pigeons sont les emblèmes de la tendresse et de la fidélité ; leur union dure toute la vie ; la ponte est de deux œufs que le mâle aide la femelle à couver; ils nourrissent leurs petits, en leur dégorgeant dans le bec une sorte de bouillie, et leur continuent très-longtemps leurs soins.

Le *faisan*, oiseau du Phase, a un beau plumage varié de brun, de vert et d'or, la tête huppée et une belle queue ; la femelle est grise et sans huppe. On nourrit les faisans dans les parcs, et on les abandonne dans les bois, pour les chasser au fusil. Les faisans sont un manger très-recherché : ces oiseaux sont à l'état sauvage dans un grand nombre de lieux.

82. Quant aux oiseaux qu'on ne réduit pas à l'état de domesticité, soit parce qu'ils exigeraient trop de soins et de dépenses, soit parce que leur caractère s'y refuse, nous

citerons les suivants, dont la plupart offrent des mets délicats, et contribuent au plaisir de la chasse.

La *perdrix* rouge, ou grise, habite les moissons, les bois, ne se perche pas et vit en famille dans les champs.

La *caille* est un petit oiseau très-délicat à manger ; on ne le trouve plus en hiver ; il fuit en Afrique, et traverse la Méditerranée d'un seul vol.

La *bécasse* est lourde et stupide ; on la reconnaît à son bec long, cylindrique et effilé. On la trouve, en hiver, dans les bois.

La grande et la petite *outarde* vivent dans les plaines : le *coq de bruyère*, la *gelinotte*, dans les bois.

La *grive* vit d'insectes et de fruits ; elle vient vers l'automne, et passe l'hiver dans les contrées méridionales. Le *merle* ne quitte pas son pays, et dès la fin des froids, son chant joyeux et étendu réjouit les campagnes.

L'*alouette* est très-commune dans les champs ; on la prend dans des piéges, ainsi qu'une multitude de petits oiseaux chanteurs, tels que le *rouge-gorge*, le *becfigue*, la *fauvette*, la *linotte*, le *moineau*, le *chardonneret*, le *bruant*, l'*ortolan*, le *pinson*, le *bouvreuil*, etc., et enfin le *rossignol*, qui, par la variété et l'éclat de sa voix, charme les nuits printanières de ses accords mélodieux.

Nous citerons encore quelques oiseaux de rivage, tels que la *macreuse*, la *sarcelle*, la *bécassine*, le *courlis*, le *râle d'eau*, la *grue*, la *cigogne*, le *héron*, enfin l'*ibis*, autrefois adoré des Égyptiens pour lesquels il était le symbole de l'inondation du Nil. Ces quatre derniers oiseaux ont de très-longues jambes et ne quittent pas les rivages.

L'*autruche* est un très-grand oiseau d'Afrique, ayant 8 à 10 pieds de hauteur, et qui est trop lourd pour voler, mais qui court très-rapidement ; il laisse à la chaleur du sable le soin de couver ses œufs. Il mange avidement tout ce qui se présente. Ses ailes sont courtes et ne l'aident qu'à courir. Les plumes de son croupion sont flexibles et pourvues de longues barbes ; les dames s'en font une parure très-élégante.

L'art de prendre les oiseaux, appelé *aviceptologie*, consiste à se servir de trébuchets, de filets, d'appeaux, de

miroirs pirouettants ; enfin, de ruses inspirées par les habitudes et les mœurs de ces animaux, pour les attirer dans des piéges.

Huîtres.

83. L'huître a deux coquilles, l'une concave, l'autre plane, entre lesquelles elle s'enferme, y adhère par deux muscles, et les ouvre quand elle veut ; les coquilles ont une charnière formée de deux crochets, et d'un ligament élastique : quand l'huître veut les ouvrir, elle lâche ses muscles, et le ligament, par son élasticité, fait bâiller les bords opposés. L'intérieur est lisse et nacré, l'extérieur est soudé aux corps voisins, situés au fond de la mer ; l'eau douce est mortelle pour cet animal.

L'huître est hermaphrodite et pond des œufs qui, dès leur naissance, font suinter de leur peau la substance calcaire qui forme la coquille ; celle-ci s'accroît sans cesse sur les bords, avec l'animal. Sa nourriture est formée de corpuscules flottants ; elle respire avec des franges très-délicates qui bordent son corps. Elle craint également les froids vifs et les fortes chaleurs, et n'aime pas les eaux profondes et agitées. C'est dans les baies qu'on la trouve plus fréquemment ; celle de Cancale, près Saint-Malo, est très-riche de cette production qui y semble inépuisable, quoiqu'on en pêche une énorme quantité. Il y en a des bancs de plusieurs lieues dans différents pays.

Les huîtres sont une nourriture délicate et très-recherchée ; elles sont âcres dans les fonds vaseux ; aussi est-on obligé de les pêcher à Cancale, pour la consommation de Paris, et de les tenir quelque temps dans un *parc*, pour les laisser dégorger. On les pêche avec une *drague*, espèce de pelle en fer de 2 mètres de long et 6 à 7 décim. de large, derrière laquelle on attache un filet. Cette drague, tenue par des cordes au bordage d'un navire que le vent pousse, rase le fond de la mer et en détache les huîtres. Un seul coup en enlève plus de mille. Plus on en pêche, et plus il s'en reproduit. Des bâtiments non pontés d'environ 10 à 20 tonneaux (le tonneau est un poids de 1000 kilogrammes)

en rapportent, en termes moyens, chacun 200 milliers ; chaque année, on enlève plus de cent millions d'huîtres dans cette baie, depuis le 15 octobre jusqu'au 30 avril. En tout autre temps, qui est celui du frai, la pêche est défendue : l'huître est d'ailleurs alors visqueuse et dégoûtante.

Le *parc* est un bassin, creusé sur le bord de la mer, à 4 ou 5 pieds de profondeur, dont on garnit le fond et les parois de petits galets. L'eau s'y renouvelle deux fois par mois (à chaque grande marée, *voyez* p. 62). On y dépose les huîtres, ayant soin de les en retirer de temps à autre avec un râteau de fer, pour ôter celles qui sont mortes. Des ouvriers nommés *amareilleurs* s'occupent des soins du parcage. Les huîtres, dans ce bassin tranquille, s'engraissent et prennent un goût délicat : il arrive même que les franges de leur organe respiratoire prennent une couleur verdâtre, dont la cause n'est pas encore bien connue, mais dont les conditions d'existence le sont assez pour la faire naître à volonté. Les *huîtres vertes* sont plus chères et plus estimées que les autres.

En été, le parc reste vide, et on le nettoie.

Il existe un assez grand nombre de parcs d'huîtres, à Marennes, Saint-Vaast, le Havre, Fécamp, Dieppe, etc. : mais les plus grands sont ceux de Courseulles, à 16 kilomètres de Caen, où il y en a plus de 200, et qui fournissent à la consommation de Paris et du nord de la France. Ces parcs sont alimentés par la pêche de Cancale ; les huîtres y deviennent excellentes, et elles le sont encore davantage après qu'elles ont voyagé : il paraît que l'espèce de malaise que cet animal ressent de ce transport, rend sa chair plus douce. Et comme d'ailleurs il est vivant quand on ouvre sa coquille, il est aussi frais qu'au bord même de la mer. Aussi mange-t-on à Paris les huîtres meilleures qu'à Cancale, Caen ou Dieppe.

Au sortir du parc, on entasse 300 huîtres dans un panier appelé *bourriche* ou *cloyère*, en les rangeant bien serrées, la coquille plate en dessus, la concave en dessous ; des voitures exprès les apportent en peu de jours à Paris. Là, des femmes nommées *écaillères* les vendent et les ouvrent. L'ouverture se fait en insérant la lame d'un couteau, avec

plus d'adresse que de force, au bord où se trouve la charnière; une fois le ligament rompu, il est bien facile de couper le muscle qui tient l'huître à l'une et à l'autre coquille.

On trouve à Boulogne-sur-Mer, sur les côtes de la Méditerranée, et dans d'autres lieux, une grande espèce d'huîtres appelées *pied-de-cheval*. Cet animal est peu délicat et même assez indigeste. On ne le mange guère que cuit avec assaisonnement, ou mariné. Le commerce apporte à Paris de petits tonnelets pleins de ces marinades qui sont des hors-d'œuvre dignes des meilleures tables.

Moules.

84. A l'exception des moules de mer, on ne fait aucun cas de ces animaux; car ceux qui vivent dans les rivières ont une chair fade qu'on ne peut manger. Cependant la grande moule d'eau douce, appelée *anodonte*, est comestible; sa coquille, mince, concave et longue de 6 à 7 pouces, est très-commode pour écrémer le lait. Du reste l'organisation, et le mode d'existence et d'accroissement des moules, sont à peu près les mêmes que ceux des huîtres. Seulement les deux coquilles sont ovales, concaves et égales, et l'animal est pourvu d'un *pied* et de fibrilles qui servent à l'attacher sur les rochers et les pierres.

Les moules de mer vivent par bancs, où les basses eaux les laissent à découvert; d'autres restent toujours sous les eaux; il y en a d'isolées sur les rochers. La coquille est fine, lisse et bleuâtre. On détache les moules et on les met en vente. Cet animal ne se mange que cuit et assaisonné. Certaines côtes, et particulièrement celle de Granville, en sont dépourvues; on n'a même pu réussir à l'y naturaliser.

Poissons.

85. Il y a des poissons qui ne peuvent subsister que dans l'eau douce, d'autres dans l'eau de mer; quelques-uns remontent de la mer dans les fleuves, et vont même

jusqu'aux plus petits ruisseaux pour y pondre leurs œufs. Ces animaux ne naissent pas vivants comme les quadrupèdes. Ils respirent l'air contenu dans l'eau, ou celui qu'ils en tirent en la décomposant, et périssent plus ou moins promptement quand on les prive de ce liquide ; leurs poumons sont nommés *branchies ;* ce sont des franges très-déliées placées des deux côtés de la bouche, qui tamisent l'eau pour en extraire l'air ; ils la font entrer par la bouche et sortir par les *ouïes*. Quand ils sont enfermés sous la glace, dans un bassin, ils périssent non pas de froid, mais faute d'air ; il faut casser la glace, si on veut qu'ils puissent respirer. Les mâles ont, à l'époque du *frai*, dans leur corps, une substance nommée *laite*, qu'ils répandent sur les œufs pour les féconder : cette laite est consolidée par la cuisson.

Les poissons ne sont guère plus pesants que l'eau où ils vivent; ils iraient au fond si la nature ne les avait pourvus, du moins pour la plupart, d'une vessie pleine d'air, qu'ils gonflent pour augmenter leur volume et devenir plus légers (*Voy*. p. 17). Cette *vessie natatoire*, serrée entre les muscles, peut être déprimée tantôt par un bout, tantôt par l'autre, ce qui force la tête à se tourner soit en haut, soit en bas, à la volonté de l'animal. Un système de nageoires très-robustes met les poissons en état de se mouvoir en tous sens, et la forme de leur corps les aide beaucoup à fendre l'eau, car elle est souvent allongée ou aplatie.

Leurs os sont rarement cartilagineux ; ordinairement ils sont fins et piquants ; on les nomme *arêtes*. Les organes des sens sont peu développés ; l'odorat, l'ouïe, le goût, la vue, sont beaucoup moins actifs que chez d'autres animaux ; et le toucher même doit être bien obtus, à travers la cuirasse écailleuse dont leur corps est couvert. Leur sang est froid, c'est-à-dire qu'il a la même température que l'eau où ils vivent. Le plus grand nombre est carnivore, et ne se nourrit d'herbe qu'à défaut de chair.

86. La pêche des poissons se fait de quatre manières; nous ne parlons pas de la drague qui sert à pêcher les huîtres (*Voy*. page 58).

1° La *ligne* est une cordelette au bout de laquelle on at-

tache un dard d'acier ou de fer crochu, nommé *hameçon* ou *haim*, auquel on fixe un ver (*asticot*, *achée*) ou autre appât: on se sert aussi de pièces qui sont faites de manière à imiter des insectes. Le poisson qui vient y mordre se prend la bouche à l'hameçon, et devient la proie du pêcheur. L'hameçon s'attache à la ligne avec une espèce de fil chargé de plomb, on fait un nœud particulier : ce fil est ou un crin, ou de la soie, ou du boyau de ver à soie, ou enfin il est tiré d'une plante nommée *agavé ;* dans ce dernier cas, on l'appelle *fil de pite.* La force de la ligne doit être proportionnée à celle du poisson qu'on veut prendre. Souvent la corde est suspendue au bout d'une longue baguette et porte plusieurs hameçons ; un liége les soutient à flot, et un tube de plume montre par ses mouvements ceux que le poisson fait prendre aux hameçons. Les *lignes de fond* servent à pêcher de plus gros poissons ; on tend les lignes et on les attache au rivage avec des plombs, puis on les vient visiter quelque temps après.

2° Il faut remarquer que, deux fois chaque jour, l'Océan se précipite sur le rivage, refoule l'eau des fleuves, et s'élève à des hauteurs qui varient selon les localités et les époques ; c'est ce qu'on appelle la *mer haute* ou *étale.* Après être restée quelque temps dans cet état, elle redescend et s'éloigne, et cela d'autant plus qu'elle a monté davantage.

Ce phénomène, appelé *marée,* a donc deux phases ; le *flux* ou *jusant* dure six à sept heures environ, et le *reflux* autant ; il n'a pas lieu dans les petites mers, telles que la Baltique, la Méditerranée..., et n'arrive pas partout à la même heure, à beaucoup près. Cet effet résulte des actions combinées du soleil et de la lune, et ce dernier astre y contribue plus que l'autre. Aussi les plus fortes marées sont-elles à la nouvelle et à la pleine lune, et surtout lors des équinoxes. La basse mer descend d'autant plus que la haute mer précédente a été plus élevée : aussi les vastes plages, qui restent ainsi découvertes pendant plusieurs heures, sont-elles favorables à la recherche de certains poissons.

Lorsque la mer se retire, on parcourt la grève et on prend les moules qui sont attachées aux rocs, les poissons

qui restent dans les filets qu'on a tendus d'avance, ceux qui s'ensablent, etc.

3° La pêche se fait souvent avec des *filets* composés de cordes qu'on noue ensemble de manière à former une nappe en réseau, dont les mailles ont une grandeur proportionnée à la force du poisson. La forme des filets varie de mille manières; on les nomme, selon le cas, tramails, nasses, trubles, éperviers, seines, etc. Les cordes sont souvent enduites de goudron pour les conserver; on les étend, pour les sécher, chaque fois qu'on s'en est servi.

Il y a des poissons qui se pêchent la nuit, à la lumière. Un feu qu'on place à l'avant du bateau attire et fascine les poissons, et les filets les enveloppent.

Ces animaux se retirent quelquefois dans des trous de rochers, et des plongeurs vont les y saisir.

4° La pêche au harpon ne sert guère que pour tuer les *baleines :* ce ne sont pas des poissons, quoiqu'elles vivent dans l'eau, car elles font leurs petits vivants, les nourrissent du lait de leurs mamelles, et respirent l'air en nature comme les quadrupèdes (*Voyez* page 29). Ce sont des animaux d'une énorme stature qui vivent dans les mers arctiques : cette pêche ou chasse est périlleuse et très-lucrative. On va au printemps dans les mers glacées du Nord; dès qu'on a vu une baleine, les chaloupes se mettent à flot; chacune contient un harponneur et des aides. Le harpon est un dard triangulaire en fer de 1 mètre de long, effilé, et à tranchant barbelé; on y attache une longue corde. Le hardi combattant lance le harpon, en le dirigeant aux *évents* de la baleine (ce sont des trous, sur le museau, par lesquels elle lance en l'air des jets d'eau), sur le ventre, au dos, etc.; la blessure fait fuir l'animal, et on débite la corde qui est attachée au harpon. Bientôt elle revient à la surface pour respirer; on la guette, et on lui lance d'autres harpons. Enfin, quand la douleur et la perte de sang l'affaiblissent, on l'achève avec des lances à fer pointu, qui ont 5 mètres de long.

Comme les coups de queue de la baleine mettent les pêcheurs en danger, on a imaginé de se servir du canon, ou de la harponner avec des fusées à la Congrève.

Le *cachalot* est une espèce de baleine qui n'a qu'un seul évent au bout du nez, au lieu de deux; d'ailleurs, la baleine n'a pas de dents à la bouche, mais des *fanons* (*Voy.* p. 105), tandis que la tête du cachalot, qui est grande comme la moitié ou le tiers de son corps, a les mâchoires, surtout l'inférieure, garnies de dents.

87. Nous ne pouvons passer en revue ici la multitude des divers poissons, nous nous bornerons aux principales espèces.

La *morue* se pêche surtout au banc de Terre-Neuve, en été; on se sert d'hameçons et de lignes. Il se réunit, chaque année, en ce lieu, six à sept mille vaisseaux français, américains, etc., et surtout anglais, qui prennent jusqu'à 40 millions de morues. On arrache d'abord la langue, puis la tête : on ouvre le poisson, on le désosse et on le sale (*Voy.* nº 106).

Les *thons* habitent les mers chaudes, et entrent, en été, dans la Méditerranée. Ce sont de grands poissons qui arrivent sur nos côtes par bandes de deux à trois mille ; on les entoure de filets qu'on traîne vers le rivage.

L'*esturgeon* est encore plus volumineux : il remonte les fleuves ; on le prend au filet comme le thon. C'est surtout dans la mer Noire que ce poisson est abondant : on fait du *caviar* avec ses œufs, et de la *colle de poisson* avec sa vessie natatoire (*Voy.* nº 418). Au reste, tous les grands poissons peuvent fournir ces mêmes produits.

Le *saumon* remonte jusqu'aux plus petites rivières pour y faire sa ponte ; ses œufs y éclosent, et les petits poissons redescendent à la mer. Ces animaux se plaisent à l'embouchure des fleuves et le long des côtes ; ils vont en troupes, et quelquefois un pêcheur en prend deux mille en un jour. Dans la Tweed, en Écosse, on en prend d'un seul coup jusqu'à sept cents. On se sert de grands filets, de la seine ou filet traînant, des nasses, des harpons, du feu pendant la nuit, etc.

Le *hareng* va par bandes qui occupent des lieues en étendue, et plusieurs mètres en épaisseur. Cent mille matelots, trois mille vaisseaux et une multitude de bateaux sont employés à prendre ces poissons, qui parcourent les mers et

émigrent avec les saisons. On les pêche à la fin de l'automne, souvent la nuit, en les attirant par des lumières attachées au navire. On se sert de filets qui ont jusqu'à 1200 mètres de long, qu'on manœuvre avec des cabestans. Les harengs sont arrêtés, par les ouïes, aux mailles et y restent accrochés pour la plupart. On emploie aussi les seines.

Les *maquereaux* vont aussi par bandes et se pêchent comme le hareng, mais en mai et juin.

Tous ceux de ces poissons qu'on ne mange pas frais, sont conservés en les salant, et c'est même après la salaison qu'ils sont l'objet d'un commerce plus étendu.

Ne pouvant qu'indiquer les poissons de mer qu'on mange frais, nous citerons les suivants, dont on en sale aussi plusieurs : la *sardine*, le *rouget*, la *dorade*, le *merlan*, l'*alose*, l'*anchois*, etc. ; et parmi les poissons plats, la *raie*, la *barbue*, la *sole*, la *plie*, la *limande*, le *carrelet*...

Les poissons de rivière se pêchent par les mêmes procédés que ceux de mer ; mais cette industrie n'a pas, à beaucoup près, la même importance. Nous citerons l'*anguille*, la *carpe*, le *barbeau*, la *tanche*, le *chevenne*, la *lotte*, la *perche*, la *truite*, l'*ombre*, le *brochet*... Les petits poissons sont : le *goujon*, l'*éperlan*, l'*ablette*, le *gardon*, etc.

Écrevisses, Homards, Crabes, Langoustes.

88. Ces animaux, de formes bizarres, vivent dans l'eau où on les pêche, pour ensuite les faire cuire et les servir sur la table : c'est un manger très-recherché.

Le test osseux qui les recouvre semble s'opposer à leur accroissement ; mais l'animal s'en dépouille chaque été, et en sort pour devenir un peu plus gros qu'avant : il est alors revêtu d'une peau molle qui s'endurcit en un ou deux jours. Cette mutation est un état de maladie périodique. Les femelles portent leurs œufs sous la queue ; les petits éclosent et ne quittent leur mère que quand ils peuvent se nourrir et se défendre. Les deux premiers anneaux de la queue des femelles sont nus en dessous, tandis qu'on voit deux espèces de pattes à ceux des mâles. On a observé qu'on voyait re-

pousser à ces animaux les membres qu'ils ont perdus à la bataille, car ils sont très-voraces et se mangent entre eux : telle est la raison pour laquelle on leur trouve souvent une pince de moins, ou une plus petite que l'autre. Ils se nourrissent de vers, de petits poissons, de charogne.

Les *écrevisses* vivent dans l'eau douce, cachées dans la vase, ou sous les pierres où l'on va les chercher avec un filet; on les attire aussi avec un appât de viande putréfiée. Leurs pattes antérieures sont en pinces. Comme elles nagent en frappant l'eau avec leur queue, elles vont à reculons. Les *yeux d'écrevisse* sont deux petites boules de craie qu'elles ont dans le corps, dont on ignore l'usage et auxquelles on a attribué des vertus chimériques.

Le *homard* ne se trouve que dans la mer : sa taille est souvent très-grande; sa forme, sa manière de vivre, tout enfin est de même que l'écrevisse; il a, comme elle, ses pattes de devant en larges pinces.

Les *langoustes* ont les antennes, ou filets de la tête, énormément longues et épineuses, et point de pinces aux pattes antérieures, ce qui suffit pour les distinguer des homards : elles abandonnent nos côtes pendant l'hiver et plongent alors à de grandes profondeurs.

Les *crabes* sont plus ou moins ronds ou ovales, et n'ont qu'une queue courte qu'ils portent repliée sous le ventre. Leur allure est singulière, car ils marchent sur le sable, en allant toujours vite et de côté. Ils sont très-voraces, ont de fortes pinces et sont très-craintifs. Il y a des espèces très-petites, et d'autres gigantesques. On les estime moins que les autres crustacés, mais c'est pourtant un bon manger.

Pain.

89. Pour faire le pain, il faut d'abord, dix à douze heures avant, préparer le *levain :* c'est le plus souvent un morceau de pâte conservé depuis quelques jours, et provenant d'une panification précédente. Cette pâte s'aigrit un peu, et sert à faire fermenter la farine; on l'appelle *levain de chef*, pour le distinguer du levain proprement dit, qui est l'écume

ou la *levure* qu'on retire en fabriquant la bière (nº 155). La levure sert également à faire le pain et s'emploie de même; elle donne une pâte plus légère et moins aigre. Mais comme elle n'est pas de garde, on ne s'en sert que dans les villes où il existe des brasseries, d'où on la tire chaque jour. Les boulangers de Paris, qui sont les plus habiles du monde entier, préfèrent cette levure pour le pain de luxe.

On a un coffre, en bois de chêne, fermant à couvercle, qui sert de *huche* pour conserver le pain, et aussi de *pétrin* pour manipuler la farine. On y verse, le soir, la quantité de farine qu'on veut panifier, et on l'écarte sur les côtés, pour laisser un vide au milieu. On délaye, dans cet espace, le levain avec de l'eau tiède, dans la proportion d'à peu près 1 kilogramme de levain pour 20 à 30 de pain. On y mêle le tiers de la farine pour en faire une pâte un peu ferme. Si le temps est froid, on dispose, sur la masse, une couverture de laine, pour en conserver la chaleur ; on met même quelquefois, en hiver, un réchaud sous le pétrin, pour faciliter la fermentation.

Le lendemain matin, on recommence à délayer le levain dans l'eau chaude à 25 ou 30 degrés. Les eaux de pluie, de rivière, de citerne, de puits, peuvent être également employées. Il ne faut pas *noyer le meunier*, c'est-à-dire mettre une trop grande quantité d'eau. Quand tout est bien délayé, sans grumeaux, on y pousse peu à peu la farine; on la brasse, on la travaille avec force, et on fait en sorte que, dans toutes les parties de la pâte, il y ait un peu d'eau et de levain. La boulangerie en grand se fait non-seulement à tour de bras, en soulevant la pâte et la jetant sur la masse ; mais même on la foule aux pieds, en s'aidant du poids du corps.

La pâte faite, on l'abandonne à elle-même, pendant environ une à deux heures, selon la température du lieu, en la couvrant, et même, s'il en est besoin, en chauffant, pour que la fermentation s'accomplisse : c'est ce qu'on appelle *faire revenir le pain*. Les gaz qui se développent peu à peu dans la masse, et y restent enfermés, sont la cause de cette multitude d'*yeux* et de trous qu'on voit dans le pain.

Pendant ce repos, on chauffe le four avec des fagots, des broussailles, des éclats de bois sec, enfin tout ce qui produit un feu clair ; on pousse le combustible, tantôt d'un côté du four, tantôt de l'autre. On enlève les cendres et les petits charbons avec un *fourgon*, crochet de fer à long manche. Quand le four est chaud à point, et également partout, on nettoie la place en ramassant les charbons sur le devant. Il faut à peu près une heure pour cette opération, plus ou moins, selon la saison et l'étendue du four. On ferme alors la bouche du four pour laisser quelque temps la chaleur se répandre uniformément.

Une demi-heure avant d'enfourner, la pâte est divisée en parties, et même pesée, en pains, qu'on met chacun dans une tinette de bois, ou un panier, garni d'une serviette. On coupe le dessus de la pâte en différents sens, pour que la nature achève sans obstacle ses effets, qu'une croûte durcie à l'air empêcherait. Cette pâte doit être *bien levée*, *bien revenue*. On jette chaque pain, en le renversant, dans un autre panier garni d'une serviette ; puis on le renverse de nouveau en le plaçant sur une pelle de bois, et on enfourne. Il faut disposer les pains à côté l'un de l'autre, et réserver le milieu pour les gâteaux, pains de choix, etc. On ferme le four, et au bout d'environ une heure et demie le pain est cuit. On défourne alors, et on laisse refroidir à l'air.

90. Le *four* est une construction en maçonnerie, dont l'*âtre* ou sol est plat, ou un peu bombé, et élevé d'environ 12 décimètres au-dessus du sol ; cet âtre est recouvert d'une voûte surbaissée, ou *chapelle*, de 4 décimètres d'élévation au milieu ; elle est ronde ou ovale, avec une *bouche* ou entrée qu'on peut fermer avec une plaque de tôle ou de fonte. L'*autel* est une tablette en avant pour poser le bout de la pelle, recevoir les charbons, etc. Une hotte reçoit la fumée et la conduit dans un tuyau de cheminée. L'intérieur du four est en carreaux et en briques de terre cuite.

91. La proportion d'eau qui entre dans le pain, le temps nécessaire pour qu'il lève et pour chauffer le four, etc., dépendent de la qualité des farines, de la saison, et de di

verses autres circonstances. Au reste, voici quelques données qui peuvent être utiles à connaître.

Trois kilogrammes de bonne farine de froment absorbent au plus deux litres d'eau, dont la moitié s'évapore ; on n'a donc que 4 kilogrammes de pain au plus. Le *sac* de farine pèse 157 kilogrammes et demi. Cette quantité prend 90 litres d'eau, et produit 105 pains de 2 kilogrammes. On estime, en général, pour trouver le prix du pain de 4 livres, qu'il faut ajouter 15 francs au prix du sac de farine, et prendre le résultat pour des centimes. Ainsi, quand le sac coûte 50 francs, le pain de 4 livres coûte 65 centimes (ou 13 sous), en y comprenant tous les frais, et même le bénéfice du boulanger.

92. On fait du pain avec les farines de blé, de seigle, d'orge, de maïs, d'avoine, etc. ; mais il n'y a que celle de froment qui puisse bien lever ; elle seule compose le pain de l'homme riche ou aisé ; on la mêle avec d'autres farines pour faire le pain de ménage, et principalement avec le seigle, ou avec la pomme de terre ou sa fécule. Il y a des pays où l'on aime le pain un peu salé ; le sel facilite d'ailleurs la levée de la pâte.

Le *biscuit* est un petit pain plat et dur, qu'on embarque sur les navires pour la nourriture des marins. Il est fait avec de belle farine de froment, à la manière du pain ordinaire : seulement il est peu levé (sur le poids de la farine, il ne faut que $\frac{1}{10}$ de levain de chef), et il reste plus longtemps dans le four moins fortement chauffé. On lui donne la forme de galette ronde ou carrée du poids d'un quart de kilogramme. Il n'est pas cuit deux fois comme son nom semble l'indiquer.

Le *pain bis* est fait avec de la farine peu blutée, ou bien avec celle de *méteil* (moitié seigle et moitié froment) : sous le nom de *pain de munition*, il est la nourriture du soldat.

On fait aussi du pain avec l'orge, le maïs, le sarrazin, l'avoine, le riz, la châtaigne, etc. Ces pains sont lourds, mats, nourrissants, et d'une digestion difficile.

Le *pain d'épice* est un mélange de farine de seigle et de miel liquéfié au feu, et d'un peu de soude ou de potasse : on fait une pâte bien pétrie, qu'on cuit au four, sans qu'elle

subisse de fermentation. Comme elle s'étale beaucoup, on retient les pains dans des moules en tôle. Le four est chauffé modérément. On aromatise le pain d'épice avec du zeste de citron, des amandes; enfin on en fait une multitude de gâteaux plus ou moins recherchés.

Les manœuvres de la boulangerie sont d'une malpropreté rebutante. L'ouvrier est toujours en sueur pendant son travail, extrêmement pénible, dans un lieu échauffé par le voisinage du four : ses sueurs, ses sécrétions, viennent sans cesse e mêler à notre aliment principal. Espérons qu'enfin on préférera se servir de machines à faire un pain qui ne coûterait pas plus cher, et ne serait pas de nature à rappeler de justes causes de dégoût.

Pâtisserie.

93. La pâtisserie se fait comme le pain, excepté qu'on ne se sert pas de levain, et qu'on mêle à la farine des œufs, du sucre, du beurre, de la volaille, du porc et divers ingrédients, selon les goûts. La multitude des produits de ce genre en fait un art culinaire important; il ne nous est pas possible d'entrer ici dans les détails des différentes espèces de pâtisserie. Nous dirons seulement qu'on y emploie de la fleur de farine, appelée *gruau*, ou de la fécule mêlée au beurre, aux œufs, etc., selon les cas.

Après avoir mouillé et pétri sa farine dans un pétrin, sans y laisser de grumeaux, le pâtissier prend sa pâte et la met sur une table très-unie : s'il veut faire une pâte ferme, comme celle des galettes, des pâtés de viandes, il y introduit peu à peu du beurre et des œufs, ayant soin d'en bien pénétrer également toutes les parties. Il se sert pour cela d'un *rouleau* de bois, avec lequel il étend et aplatit sa pâte, à mesure qu'il la forme. Lorsqu'il a composé sa pièce, il ne lui reste plus qu'à l'enfourner.

S'il veut que sa pâte soit feuilletée, il n'y met pas d'œufs; mais pour y ajouter le beurre, il aplatit la pâte au rouleau, étend par-dessus un tiers du beurre et replie la pâte en deux parties dont l'une recouvre l'autre. Il recommence cette opération trois fois successives.

Pour que la pâte se détache aisément de la table, il saupoudre celle-ci avec de la farine.

Les biscuits se font avec de la farine ou de la fécule de pommes de terre, qu'on mêle aux blancs d'œufs battus avec des verges, et où l'on a ajouté du sucre. Ce mélange liquide est boursouflé et versé dans des caisses en papier et mis dans le four.

Le four se chauffe comme celui de boulanger, mais la chaleur doit y varier beaucoup, selon les diverses espèces de pâtisserie.

Lait, Beurre, Fromage.

94. On trait les vaches deux fois chaque jour, savoir le matin et le soir : la quantité et la qualité du lait varient beaucoup selon les individus, les saisons, les localités et la nourriture. La quantité, de 10 litres par jour en été, et près de moitié moins en hiver, peut être regardée comme ordinaire (terme moyen 6 à 7 litres par jour toute l'année).

Le lait de chèvre est d'une grande ressource à la campagne et dans certains pays; dans d'autres, on se contente de lait de brebis ou de jument. Cela dépend des localités qui présentent quelquefois peu de facilité pour nourrir des vaches, surtout lorsque les sécheresses et les ardeurs de l'été brûlent les herbes. Le lait d'ânesse est très-léger, peu nourrissant; on le donne comme médicament. Celui de vache, étant le plus usité, fera le sujet principal de cet article.

Le lait de vache se consomme en nature, quand cela est possible, parce qu'on en tire plus de profit; dans les voisinages des grandes villes, des *nourrisseurs* entretiennent ces animaux dans ce but. Ils mêlent ensemble la traite du soir à celle du matin; quelquefois ils écrèment la précédente traite, ce qui donne la *petite crème*, fort en usage pour les déjeuners de thé, de café et de chocolat. Nous ne parlerons pas des altérations frauduleuses que l'on fait subir au lait, pour en augmenter la quantité; l'eau pure, ou

mêlée de farine, est l'ingrédient le plus ordinaire de ces sophistications.

Le lait de vache est un mélange de plusieurs liquides, et principalement de crème, de caillé et de sérum, qui, ayant des densités différentes, se séparent après quelque temps de repos. La crème monte dessus, le caillé tombe au fond et nage dans le sérum. Toutes ces parties sont nourrissantes à différents degrés, et avec des saveurs différentes.

On forme le caillé instantanément, en mettant le lait sur le feu avec un peu de vinaigre, ou en faisant dissoudre dans ce liquide un peu de *présure* (*), substance formée de lait caillé, et qu'on trouve dans l'estomac des jeunes veaux et des chevreaux. C'est le procédé ordinaire pour faire les *fromages gras*, ceux où la crème reste engagée dans le caillé; tels sont les fromages de Brie, de Neufchâtel, etc., auxquels on ajoute même de la crème des traites précédentes. On attend que le caillé ait pris de la consistance; puis on le sépare du sérum, en l'enlevant avec une écaille de grande moule; on le met égoutter dans des cagerons; enfin, on le sale de temps à autre, en le retournant souvent, et le laissant exposé dans un lieu frais.

95. Pour faire le fromage de Gruyère, on met dans une chaudière, sur le feu, une grande quantité de lait (environ 300 litres) qu'on élève à la température de 25 degrés; puis on y verse de la présure liquéfiée. Au bout de peu de moments, le caillé est pris; on l'écume, on le coupe en fragments avec une grande cuiller, et on le brasse pour

(*) On fait provision, pour l'année, de présure, à l'époque où l'on tue les jeunes veaux: pour la conserver, on la sale, on la sèche avec l'estomac même, et on la serre dans un lieu sec. Chaque fois qu'on en a besoin, on en coupe un petit morceau qu'on délaye dans le lait pour le cailler. Quelquefois on liquéfie la présure dans du vinaigre, et on la conserve en bouteilles. Ailleurs on en imprègne du pain qu'on fait sécher, ou bien on la met dans du vinaigre avant la dessiccation. Celle qu'on trouve dans l'estomac des jeunes chevreaux est plus active. Il faut se garder de mettre trop de présure dans le lait, surtout quand elle est ancienne : le fromage en contracterait un mauvais goût. La proportion se trouve par expérience, selon la saison et la nature du lait.

bien diviser la masse. On remet sur le feu, et on élève la chaleur à 35 degrés : on brasse de nouveau, et on laisse reposer et refroidir. Le fromage tombe au fond, sous la forme d'un gâteau, qu'on consolide avec la main et qu'on enlève en passant une toile dessous.

On a des *moules* formés de planches très-minces en sapin, courbées en cercle, et entourées d'une corde qu'on peut serrer à volonté. Le moule étant posé sur une table, on met le fromage sur une toile dans ce moule; on pose une planche dessus et on la charge avec des pierres : la pression affaisse cette masse. On la retire du moule, on la retourne, on la met dans une autre serviette, puis dans le moule dont on a diminué le diamètre en serrant la corde. Le fromage dépasse le dessus du moule; on l'y fait entrer par pression. Cette manœuvre est réitérée pendant cinq à six heures, pour bien extraire le sérum, et faire du caillé une masse solide et moulée.

Le lendemain, on sort le fromage du moule et on le sale. Durant au moins six semaines, on retourne et on sale le fromage de temps en temps, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, en le laissant exposé dans un lieu frais et aéré. La fermentation lente qui s'établit développe ces trous, ou *yeux humides*, qu'on trouve à la surface des tranches.

Ces fromages pèsent environ 25 kilogrammes, et il y entre un vingtième de sel.

La plupart des fromages qu'on mange secs se fabriquent d'une manière analogue; on les colore, on les aromatise de mille manières; les bases du procédé sont à peu près les mêmes. Tels sont ceux de Hollande, de Parme, de Chester, de Géromé, de Sassenage, les persillés, etc.

96. Pour faire le *beurre*, il faut mettre le lait dans des vases très-ouverts, qu'on appelle *tinettes*, le plus souvent en bois de sapin ou en poterie de grès. Au bout de douze à vingt-quatre heures, la crème est montée; la plus récente donne le meilleur beurre; mais comme on ne peut fabriquer cette substance sans quelque peine, et surtout qu'on ne peut opérer sur une petite masse, le plus souvent on réunit la crème des traites de quatre, cinq jours et plus. Ce qui altère aussi beaucoup le beurre, c'est lorsqu'on y

introduit une partie du caillé, ou du lait pris sous la crème, et qui a déjà contracté un commencement de putréfaction. On a une *baratte;* c'est un long vase en bois à col un peu étroit; il est fait avec des douves : la crème, enlevée avec des écailles, y est versée. On ferme le couvercle, lequel est percé d'un trou pour laisser passer le manche du *bat-beurre,* petit cercle percé de trous. En soulevant et abaissant ce disque, on donne à la crème, par des coups répétés, un mouvement qui en sépare le petit-lait. Le beurre se forme en grains qu'on presse et réunit ensemble.

Il ne reste plus qu'à laver le beurre, en le pétrissant dans l'eau pour en retirer tout le sérum. Le terme moyen est qu'en été une vache donne par jour 8 à 10 litres (ou 8 kilog.) de lait, produisant un demi-kilog. de beurre. La plupart du temps, la matière est blanche; mais on la colore en jaune plus ou moins vif, avec une infusion d'alkékenge ou coqueret, de carthame, de rocou (nº 442), de safran, etc.

Le reste du beurre, appelé *lait de beurre,* sert à faire des *fromages maigres*, à la pie, etc., en traitant cette substance comme on l'a dit ci-dessus.

Quant au sérum, ou *petit-lait*, on en peut retirer divers produits qui ont trop peu de valeur pour qu'on en prenne ordinairement soin. On le donne aux cochons, qui en sont très-avides.

Le beurre se conserve lorsqu'on l'a fait fondre, pour enlever les parties caseuses qui sont très-putrescibles, ou quand on l'a imprégné de sel. (*Voy. Salaison*, nº 105.)

Vermicelle, Macaroni.

97. On prend la plus belle farine de froment, celle du gruau le plus dur; on la pétrit avec le moins d'eau possible, de manière à en faire une pâte très-ferme : un long bâton nommé *brie*, fixé au mur par un bout, porte à l'autre un homme qui danse sur cette barre, et fatigue la pâte; on y ajoute un peu de sel et de poudre de safran. On laisse établir un peu de fermentation pendant quelques heures. La pâte est alors si dure que le doigt peut à peine la faire

céder. On la met ensuite dans une caisse dont le fond est criblé de petits trous, et on la presse fortement pour la forcer de sortir par ces trous et de se mouler en filets. On peut aussi se servir d'un cylindre et d'un piston, imitant une seringue, dont le fond est criblé. La pâte est forcée de sortir par les trous, sous forme de petits vers, qu'on coupe quand ils ont 8 à 10 centimètres de long. On met sécher le vermicelle et on l'empaquète.

Le *macaroni* se fait de même; seulement comme les trous du fond criblé sont plus gros, les cylindres de pâte sortent sous forme de gros vers. Les *lazagnes* sont des lames de pâte qu'on fait sortir par pression à travers des fentes, etc.

Ces pâtes sont recherchées, cuites avec du bouillon, du lait, du beurre, du fromage, etc. On en fait une grande consommation dans presque toute l'Italie.

Gruau, Semoule, Fécules, Amidon.

98. Après une première mouture du froment, quand la bluterie a séparé la fleur de farine, il reste une poudre rude au toucher, qui est l'amande du grain; on la nomme *gruau blanc* ou *semoule*; on en fait des potages (*Voy.* n° 537). Repassé au moulin, le gruau donne la farine la plus belle, la plus pesante et la plus chère. Les gruaux d'avoine et d'orge sont fort estimés; on en fait, dans le midi de l'Europe, une bouillie appelée *polenta.* Lorsqu'on fait passer l'orge par une mouture grossière qui n'enlève que l'écorce, elle est dite *mondée :* elle est *perlée*, quand la mouture l'a arrondie et lissée comme des perles. Ce dernier effet est produit par un moulin à meules de bois, tournant dans une boîte en tôle, criblée à la manière des *râpes* (Voyez *moulin*, et n° 532).

Ces divers produits ne diffèrent entre eux que par le mode de mouture et la nature des grains qui les donnent.

La *fécule* est une substance très-répandue dans les différentes parties des végétaux; on la retire des semences des céréales, des tubercules de pommes de terre, de certaines

bulbes de plantes, et généralement des parties blanches des végétaux. Pour cela, on broie ces substances, soit à la râpe, soit à la meule, soit au mortier, et on les lave ensuite à l'eau froide. Le parenchyme se dépose, et on obtient dans l'eau une poudre fine, blanche, qui est en suspension, qu'on décante et qu'on laisse précipiter par le repos. Quelquefois on met les râpures sur un tamis de crin, et on lave à grande eau : ce liquide entraîne la fécule, qui se dépose ensuite.

Quoique les chimistes regardent toutes les fécules comme identiques, cependant leur saveur étant différente, on les distingue entre elles : la *fécule de pomme de terre* est très-usitée pour les mets, les potages; on la mêle au froment pour en faire du pain, des pâtisseries.

Le *salep* se retire des racines de certaines plantes appelées *orchis :* il nous vient de Turquie. Le *sagou* s'obtient de la moelle d'un palmier qui croît dans les contrées tropicales. On fend en long le tronc du sagoutier, on en retire la moelle centrale, qu'on lave et broie, en exprimant le sagou, dans l'eau, à travers un linge. L'*arrow-root* vient de la racine d'une plante d'Amérique appelée *maranta.* Toutes ces fécules sont nourrissantes, et particulièrement celle qui sert de principal aliment aux nègres des Antilles : c'est la *cassave* qu'on retire d'une plante nommée *manioc* (*). Le suc de cette plante est un poison; mais la fécule ne participe en rien de cette propriété : la torréfaction et le lavage la font disparaître. Le *tapioca* est une fécule très-pure qu'on extrait de la même racine.

On n'extrait pas des graminées leur fécule par les pro-

(*) Le manioc est un arbre d'Amérique, de 2 à 3 mètres de hauteur, dont le suc laiteux est un poison mortel. Ce sont les racines qui donnent la fécule; elles sont tubéreuses, charnues, grosses comme le bras. On les arrache à un an ou dix-huit mois d'âge, on les ratisse, on les lave et on les râpe : on soumet ensuite cette farine, dans des sacs, à la pression, pour en chasser la liqueur vénéneuse, qu'on achève de détruire par la torréfaction. La cassave est de la sorte formée en galette mince; le manioc est la farine cuite, imitant la chapelure de pain; le tapioca est cette farine purifiée de toutes les fibres végétales : c'est un pur amidon. On prépare aussi avec le manioc diverses liqueurs fermentées, nommées *vicou*, *cachiri*, *paya*.

cédés qu'on vient d'indiquer, parce que leur farine contient une substance de nature animale, nommée *gluten*, dont il faut la débarrasser par la fermentation. On délaye du *levain* (*Voy.* p. 128) dans l'eau, et on le laisse aigrir; les farines qu'on y plonge fermentent, et la fécule se dépose au fond des baquets : c'est ce qu'on appelle de l'*amidon.* On sépare les eaux et matières étrangères; on lave et fait sécher sur des toiles ou des claies, et à l'étuve. L'amidon forme un pain cubique de 5 à 6 kilogrammes. On en faisait autrefois de la poudre pour les cheveux : on s'en sert aujourd'hui pour composer les *dragées* et comme apprêt pour les étoffes, les toiles. Quand on le fait bouillir dans l'eau, il se prend en gelée, en refroidissant, et constitue ce qu'on appelle *empois*, dont on enduit les cols de chemises, les gazes, et autres ornements qu'on veut empêcher d'être flasques : c'est ce qu'on appelle *empeser.* On obtient aussi de l'amidon avec des racines d'arum, de bryone, d'iris, de filipendule, etc. Toutes ces fécules sont très-nutritives.

Quant au gluten dont nous avons parlé, il n'a pas d'usage propre; seulement il contribue à faire lever la pâte du pain (*Voy.* p. 66). On l'obtient pur en malaxant la pâte (non fermentée) sous un filet d'eau. Toute la fécule est entraînée, et le gluten compose une masse élastique, collante, insipide : on en fait aussi un pain très-nourrissant.

En faisant bouillir de la farine et de l'eau, on sait qu'on fait de la *colle* (*Voy.* n° 417).

Câpres.

99. Le câprier est un arbuste originaire du Levant; il est cultivé en Provence, en Italie, etc. Ses fleurs sont grandes et belles; on ne les laisse pas épanouir, et on cueille les boutons pour les confire dans le vinaigre. Ils servent, sous le nom de *câpres*, d'assaisonnement aux mets.

Cornichons.

100. C'est le fruit d'une variété de concombre qui reste toujours petite et verte ; on le confit au vinaigre, et on s'en sert pour relever la saveur des sauces. Au reste, on traite de même une multitude d'autres substances, telles que de petits oignons, les espèces d'ail, des haricots verts, de jeunes épis de maïs, de l'estragon, du fenouil, de la passe-pierre, etc. Pour faire tous ces apprêts, on arrange ces substances par lits dans un vase, et on y verse du vinaigre. Quelquefois on fait jeter un bouillon pour arrêter la fermentation et évaporer une partie de l'eau. Ces différents lits sont salés et poivrés, et on augmente la force du vinaigre en y mettant du *piment*, ou *poivre long*, qui est le fruit d'une plante dont la saveur est extrêmement piquante.

Choucroute.

101. Ce nom est une corruption de *sauer-kraut* qui, en allemand, signifie *agire-chou;* ce mets est actuellement fort usité en France. A l'aide d'un instrument fait exprès, on coupe des têtes de choux en rubans fins, qu'on fait flétrir sur une nappe, à l'ombre; on laisse le tout fermenter dans un tonneau défoncé par un des jables, en y mettant des lits de sel, du genièvre, du carvi, etc. Un homme, ayant des bottes bien propres, foule le tout couche par couche, jusqu'à réduire le volume à moitié, et on charge la masse d'un poids. La fermentation produit une liqueur bourbeuse et fétide qu'on soutire par un robinet ; on la remplace par de nouvelle saumure, et cela jusqu'à ce que l'eau sorte pure, c'est-à-dire pendant environ quinze jours; cette saumure doit recouvrir les choux d'environ 8 à 10 centim. Deux mois après, on peut faire usage de la choucroute : convenablement assaisonnée, c'est un mets très-agréable, sain et antiscorbutique.

Moutarde.

102. Cette plante croît dans nos champs sans avoir besoin de culture; cependant pour l'obtenir en grande quantité, il faut la semer dans un champ convenablement préparé. L'espèce appelée *moutarde noire*, ou *sénevé*, est cultivée pour ses graines, dont on retire de l'huile par expression (aussi bien que d'autres espèces voisines), et aussi la moutarde qu'on sert sur nos tables. Cette graine, bien criblée, lavée, est pilée ou mise sous la meule; on tamise la farine, et on y ajoute de l'eau, du vinaigre et diverses substances âcres et aromatiques. Les tiges et feuilles de moutarde servent encore de nourriture aux bestiaux.

Sel.

103. On donne le nom de *sel* à diverses substances (*Voy.* page 24); mais nous ne parlerons ici que du sel marin qui sert à assaisonner nos aliments. La nature nous le présente sous deux formes : l'une solide, qu'on appelle *sel gemme;* l'autre en dissolution dans les eaux de la mer et de certaines sources.

Le sel gemme existe dans l'intérieur de la terre en couches plus ou moins puissantes, et on l'extrait par les mêmes procédés que les minéraux (nº 329). Il existe à Cardona une mine de sel dans une montagne, à 120 et à 150 mètres d'élévation; il y en a à 300 mètres au-dessus de la mer dans les plaines du Pérou : la mine de Vic en Lorraine forme un banc souterrain de plusieurs lieues de longueur. Celle de Wieliezka est célèbre par les récits qu'en font les voyageurs. On y descend par onze puits qui ont 4 à 5 mètres de largeur et 64 de profondeur; elle a trois étages, et même un quatrième qui n'est formé que de corridors : le premier a un escalier taillé dans le roc, de 470 marches; on y descend aussi en deux minutes à l'aide d'un câble et d'un treuil; les autres escaliers sont en bois. On épuise l'eau à l'aide d'une pompe : le sel est détaché avec les outils des

mineurs et par la poudre à canon; le sol de la ville est à 255 mètres au-dessus de la mer. La mine est exploitée à une épaisseur de 312 mètres, en sorte que son fond est à 50 mètres au-dessous du niveau de la mer. On y a pratiqué des travaux étonnants; on y voit une écurie, des chambres, une chapelle dont les colonnes, la chaire, une statue du roi Auguste II, et tous les ornements sont de sel. On en retire 170 mille quintaux de sel par an; près de deux mille ouvriers y sont employés. Les mines de Nortwich sont encore plus étonnantes, car un seul puits fournit annuellement 4 millions de kilogr. de sel.

Le sel gemme est ordinairement le plus pur, et il ne faut prendre d'autre peine que de l'extraire des entrailles de la terre pour le livrer à la consommation. Mais dans les lieux où il a besoin d'être purifié, il faut le dissoudre dans l'eau, et le traiter à la manière des sources salées.

104. Ces sources existent en un grand nombre de lieux : celles de la France sont à Salins et Montmorot, dans le Jura; à Dieuze, Moyenvic, Château-Salins, dans la Meurthe; Salies, dans la Haute-Garonne. L'exploitation consiste à élever l'eau salée, avec des pompes, au sommet d'un édifice qu'on appelle *bâtiment de graduation*, et à la laisser retomber en pluie sur des branchages qui remplissent l'espace et retardent la chute : un vif courant d'air évapore le liquide, ce qui concentre le sel; l'eau de la source n'en contient que $\frac{1}{2}$ pour cent de son poids; elle en a 18 pour cent quand elle est au bas de la chute. De là on porte l'eau dans des chaudières où l'on achève l'évaporation. (*Voyez* page 20.)

Le sel se retire aussi des eaux de la mer où il est contenu dans la proportion d'un 30ᵉ environ. En Russie, on fait geler cette eau, et on retire la glace; l'eau qui reste liquide contient le sel à un grand état de concentration; puis on l'évapore.

Les *marais salants* qu'on voit en Normandie, en Bretagne, etc., sont des espèces de bassins où l'on reçoit, à la haute mer, les eaux salées. D'un premier bassin, l'eau passe dans un second, après que la chaleur l'a en partie évaporée; de là elle passe dans un troisième, et bientôt on voit le sel se cristalliser. On l'enlève avec des râteaux et on

le dispose en tas pour sécher, à l'abri de la pluie. Quand les eaux ne contiennent presque plus de sel, on les évacue du dernier bassin, pour faire place à d'autres.

Le sel, dans son état naturel, est blanc : celui que nous consommons n'est gris que parce qu'il est impur ; ce sont des matières terreuses qui le salissent. En employant l'eau salée à l'état pure et limpide, c'est-à-dire en la filtrant, le sel qu'on en retire par l'évaporation est transparent, et il devient blanc quand les cristaux sont réduits en poudre. C'est dans cet état qu'il paraît sur nos tables. Lorsqu'il est pur, il résiste à l'humidité, il se fond dans l'eau, surtout dans l'eau chaude : mais le plus souvent, le sel est mêlé d'autres substances qui se liquéfient à l'air humide : aussi, dans les temps pluvieux, voit-on le sel absorber l'eau de l'atmosphère et s'y fondre (*Voy.* n° 32).

Le sel sert non-seulement d'assaisonnement aux mets, mais on l'emploie à conserver le porc, le bœuf, le poisson, etc., à amender les terres, à fabriquer le verre, dans la teinture, etc.

Salaisons.

105. Les substances animales sont préservées de la putréfaction en les saupoudrant de sel. C'est ainsi qu'après avoir enlevé la chair grasse de l'estomac du porc, on le couvre de sel pilé dans la proportion d'un dixième de son poids. On charge le tout de pierres, et on laisse agir le sel pendant quinze à vingt jours : c'est ainsi qu'on prépare le *lard.*

Le bœuf et le porc sont conservés dans une boîte appelée *saloir*, où on les recouvre de *saumure* qu'on fait en mettant bouillir 1 kilogramme de sel dans 4 d'eau, et ajoutant 30 grammes de salpêtre. Cette eau, concentrée jusqu'à ce qu'un œuf puisse surnager, et refroidie, doit être décantée et versée dans le saloir, de manière à recouvrir la viande qu'on y a arrangée. Cette saumure sert plusieurs fois ; mais cette méthode ne convient pas pour les viandes qu'on veut conserver longtemps.

Pour ces dernières, on met les pièces de viande dans

le saloir, en les séparant par lits de sel pilé (environ $\frac{1}{25}$ en poids). Au bout d'un mois, on retire les pièces, on les fait sécher, et on les suspend en les couvrant d'une toile. C'est ainsi qu'on prépare le lard, les jambons, etc. : le bœuf, surtout celui qu'on destine aux embarcations, doit être salé à deux ou trois reprises différentes. Souvent on conserve les cuisses d'oie dans le sel ou dans le *sain-doux*.

On conserve aussi dans la saumure une grande quantité de poissons, tels que le *thon*, le *saumon*, le *maquereau*, les *sardines*, les *anchois*, dont l'abondance, à des époques réglées et sur certaines côtes, est une véritable richesse, qui serait à peu près perdue sans sel. Ces salaisons sont l'objet d'un immense commerce. On ajoute de l'alun au sel pour en modérer la déliquescence (*Voy.* n° 32).

C'est principalement le *hareng* qui est la matière de cette industrie et une source de prospérité pour la Hollande, depuis que Deukalzoon a réussi à l'introduire dans sa patrie. Chaque année, des flottes nombreuses ont été dirigées sur les parages que visitent d'innombrables populations voyageuses de harengs disposés en bancs épais. Les filets dont se servent les pêcheurs ont jusqu'à six et huit cents toises de long : ils sont faits d'une soie grossière venue de Perse, et enduits d'une fumée huileuse. Dans les six derniers mois de l'année, on fait la pêche des harengs : il y a des baies d'où l'on en a tiré plus de vingt millions en une seule station. On les sale en pleine mer.

La pêche de la *morue* exerce aussi beaucoup les marins : Saint-Malo, Granville, etc., envoient des expéditions aux bancs de Terre-Neuve, où ces poissons se réunissent en troupes innombrables. On les pêche à la ligne, et on les sale sur-le-champ. On prépare avec leurs œufs, comme avec ceux de l'esturgeon, un *caviar*; et leur vessie natatoire est également propre à fournir de la *colle de poisson* (*Voy.* n° 418).

On conserve encore les viandes et les poissons en les fumant : la fumée contient un acide-vinaigre (*Voy.* n° 159) qui produit cet effet, et donne en même temps à ces substances une saveur qu'on trouve agréable. Les bœufs fumés de Hambourg, les jambons fumés de Westphalie, sont re-

nommés. Les harengs fumés, appelés *harengs saurs*, sont le produit d'une industrie qui a pris naissance à Dieppe.

Pour *saler le beurre*, on le lave et on le pétrit dans l'eau fraîche pour enlever tout le petit-lait; puis on pétrit de nouveau avec du sel bien sec en poudre fine, dans la proportion d'un à deux huitièmes du poids du beurre. On met en pot, et on recouvre de saumure.

Soupes économiques.

106. Il est prouvé que pour conserver sa santé et ses forces, l'homme doit manger, chaque jour, environ 1 kilogramme de substance alimentaire évaluée à l'état sec. La nourriture préparée en grand étant toujours moins coûteuse, la Société philanthropique de Paris fait distribuer aux pauvres des soupes dites *économiques*, dont voici la recette pour 100 rations de $\frac{1}{2}$ litre chaque :

8 kilogr. de riz, 500 grammes de graisse, 750 grammes de sel, 31 grammes de poivre, 3 voies d'eau, et une petite quantité d'herbes potagères hachées.

Le prix de ces rations varie de 8 à 12 centimes, selon le prix des matières premières; on l'évalue à 10 centimes (2 sous), terme moyen.

M. Darcet, dont tous les travaux sont sans cesse dirigés vers l'amélioration de l'industrie et du sort des pauvres, pense que la ration de soupe économique n'est que le $\frac{1}{10}$ de ce qui est nécessaire pour soutenir la vie et les forces de l'homme; et qu'en y employant la *gélatine*, extraite des os de la viande de boucherie, et la mêlant, en proportion convenable, à la ration de soupe économique, on rend cet aliment beaucoup plus nutritif (*Voy.* ci-après, n° 420).

Artichauts.

107. Cette plante a la plus grande analogie avec le chardon. La partie qu'on sert sur nos tables est la fleur non développée : les écailles de son calice sont piquantes au sommet, charnues à leur base; le fond ou réceptacle est large

et succulent : c'est une chair qu'on mange. Le foin est un amas de paillettes interposées entre une multitude de fleurs ; et lorsqu'on abandonne l'artichaut à sa croissance naturelle, on le voit s'ouvrir et donner naissance à un amas de fleurettes bleues, dont chacune a sa graine portée sur le fond.

Il est rare qu'on sème l'artichaut ; on jouit plus promptement en détachant, en avril, de sa racine, des *œilletons* ou drageons qu'on repique. Ces plantes rapportent des fleurs dès l'automne suivant, quand on les arrose abondamment ; mais le plus souvent les pieds ne produisent que l'année suivante. Les racines sont grosses et profondes.

L'artichaut craint beaucoup le froid et surtout la neige ; pour le préserver durant l'hiver, on le butte en automne après avoir coupé les feuilles basses, et on le recouvre de feuilles mortes, de fumier, de roseaux, etc. Il ne dure guère que trois ans.

108. Le *cardon d'Espagne* est une variété d'artichaut dont les feuilles acquièrent jusqu'à 1 et 2 mètres de long ; elles sont épineuses, et c'est leur côte charnue qu'on mange, quand elle est cuite et assaisonnée. On fait un faisceau de ces feuilles avec trois ou quatre liens de paille, pour intercepter l'air et la lumière, et elles blanchissent et deviennent tendres ; trois semaines après, on peut les séparer de la racine. Le cardon aime beaucoup les arrosements.

Il ne faut pas confondre cette plante avec les *cardes* ou *cardes poirées*, qui sont la queue et la nervure des feuilles de poirée. La poirée, qui est une espèce de betterave, est mangée en guise d'épinards ; on la mêle à l'oseille pour en diminuer l'acidité ; c'est la variété de Hollande qui fournit les cardes. Une autre variété est semée à la volée dans les champs pour la nourriture des bestiaux.

Betteraves.

109. Cette plante est remarquable par la grosseur et la saveur sucrée de sa racine. Elle se plaît dans les terres fortes et bien fumées. La graine est semée, en mars, à la

volée, dans un sol profondément labouré et bien amendé : plus tard, on éclaircit et on sarcle à plusieurs reprises, par des binages à la houe. A l'automne, la betterave a pris tout son développement ; on l'arrache de terre. Lorsqu'on tarde trop, la racine perd une partie de ses vertus nutritives et du sucre qu'elle contient. Il faut aussi arrêter la vie et la fermentation après l'arrachage, ainsi que s'opposer à l'effet des gelées, en enterrant les betteraves dans le sable, en un lieu sec, à la cave, au cellier, etc.

Les betteraves cuites au four sont servies en salades sur nos tables ; crues et coupées en morceaux, elles nourrissent les bestiaux ; les variétés les plus sucrées sont cultivées pour la fabrication du sucre ; les feuilles répandues sur la terre et recouvertes par la charrue, donnent un excellent engrais. Ces racines remuent si profondément le sol, et la culture le nettoie si parfaitement, que le froment qu'on y sème immédiatement après la récolte des racines, et le labour qu'on y fait succéder, procurent de superbes moissons. Les produits avantageux de ce mode d'assolement, le marc de sucre de betterave, dont on nourrit les bestiaux, et les feuilles dont on amende le sol, sont même une partie considérable des bénéfices qu'on retire de la fabrication de cette espèce de sucre (*Voy.* plus loin l'article *Sucre*, p. 92).

Chocolat.

110. Le *cacao* est la graine d'un arbre d'Amérique, qui ne croît que dans les vallées chaudes et humides ; le plus estimé vient à Venezuela, à Caracas et à Surinam ; on le cultive aux Antilles, à l'île de France, etc. Le fruit est une capsule pointue, longue de 15 à 20 centimètres, jaune ou écarlate, à parois épaisses, pleine de fèves qu'une substance charnue entoure. Ces fèves sont ce qu'on appelle le *cacao*. Leur écorce ou peau est un peu aromatique, et plusieurs personnes aiment à boire le lait où on l'a fait bouillir. L'amande, d'abord torréfiée, est broyée finement dans un mortier, où on la mêle avec du sucre ; puis on achève le mélange intime et la pulvérisation sur une dalle chaude et lisse, avec un rouleau en fer poli ; ainsi travail-

lée, elle devient une pâte, à l'aide d'une huile qui y est contenue ; cette huile s'extrait en pharmacie sous le nom de *beurre de cacao*. La pâte, à laquelle on mêle de la vanille, de la cannelle, etc., prend, en refroidissant, une consistance solide, dans des moules de fer-blanc : c'est le chocolat, substance nutritive, très-agréable à manger, soit en nature, soit dissoute dans l'eau ou le lait chaud.

Le cacaoyer exige un sol meuble, chaud, humide, ombragé, point marécageux, et une température moyenne de 24 à 28 degrés centigr. Il ne produit guère qu'à trois ou quatre ans. Les fleurs viennent souvent sur le tronc, elles sont petites; le fruit a la forme d'un concombre pointu, à côtes, rouge, ou violet, ou verdâtre. On fait une limonade avec sa pulpe blanche, acide et sucrée. Il y a en tout temps des fleurs et des fruits, mais c'est surtout dans les mois de juin et de décembre qu'on fait la récolte. L'arbre acquiert 5 mètres d'élévation, et vit à peu près trente ans.

Café.

111. Le caféier est un arbrisseau originaire d'Éthiopie et d'Arabie, qui s'élève à environ 5 mètres : ses fleurs ont une odeur suave; il leur succède de petites cerises rouges, qui noircissent à maturité, ayant deux noyaux accolés par une de leurs faces : ces graines sont le *café* dont on fait tant d'usage. Celui de Moka, en Yémen, est le plus estimé. On cultive actuellement cet arbuste dans un grand nombre de contrées tropicales, telles que Batavia, les Antilles, les îles de France et de Bourbon, la Martinique, Cayenne, etc. C'est un pied de caféier, autrefois cultivé dans les serres du jardin du Roi, à Paris, qui a fourni ceux qu'on a transportés à la Martinique, et qui peuplent actuellement toutes les colonies occidentales. Les fruits du caféier sont l'objet d'un immense commerce. Pour les débarrasser de leur pulpe, on les dessèche au soleil, ou bien on les passe dans un moulin nommé *grage*. La graine reste isolée; on la vanne et on la met dans des sacs pour la livrer à la consommation.

Pour faire usage du café, on le *torréfie*, c'est-à-dire qu'on

l'expose à sec à l'action du feu, dans un vase de tôle, où on l'agite sans cesse, pour l'empêcher de brûler : sa couleur cendrée devient brune, et il s'y développe un arome délicieux et une huile suave. Il faut arrêter le feu avant que la graine ne se charbonne. On laisse refroidir, on réduit en poudre en passant au moulin (n° 533), et on fait infuser cette poudre dans l'eau bouillante, chaude ou même frode. On mêle souvent cette liqueur au sucre, au lait, etc.

Chicorée.

112. On cultive la chicorée sauvage pour la manger verte en salade ou cuite; l'endive et l'escarole en sont des variétés qu'on mange de même, après les avoir fait blanchir en liant chaque touffe en botte, pour empêcher l'action de la lumière sur le cœur.

Quand on arrache la chicorée sauvage avant les gelées, et qu'on l'enterre dans une cave, ou dans une boîte percée de trous, le défaut de lumière fait allonger les feuilles en cordes; on l'appelle alors *barbe de capucin.*

De tous les usages de la chicorée, le plus remarquable est celui qu'on fait de la racine d'une variété. On lave cette racine, on la coupe en rondelles, on la dessèche à l'étuve, on la torréfie au feu sur des plaques de fonte, et on la réduit en poudre à l'aide d'un moulin. Sous cette forme, on l'emploie à la manière du café. Cette fabrication a pris de l'étendue en Prusse et en Flandre. On est dans l'usage de mêler environ $\frac{1}{4}$ de cette poudre avec le café : on fait bouillir dans très-peu d'eau, et on mêle cette liqueur avec le lait.

Thé.

113. Le thé est la feuille d'un arbrisseau de la Chine et du Japon, qui s'élève à 4 ou 6 mètres, mais qu'on recèpe ordinairement du pied, à l'âge de huit à dix ans, pour augmenter et faciliter la récolte. La cueille des feuilles se fait au printemps et en été, sur les jeunes pousses; la première récolte est beaucoup préférée à la seconde.

Il y a deux variétés principales de thé, le vert et le noir, qu'on a coutume de mêler ensemble, parce que le premier, qui est plus aromatique, serait trop âcre. Au rang des thés verts, est le thé Hiswin, le Shulang; parmi les noirs est le thé Bou, le Souchon et le Pekao.

Ces deux variétés sont produites par le même arbrisseau; le mode de dessiccation produit seul la différence. Le thé noir se fait en exposant quelque temps les feuilles à l'humidité, ce qui les fait fermenter et change leur couleur verte en brun-noirâtre. On les fait sécher sur une grande plaque de fer légèrement chauffée par dessous. Pour préparer le thé vert, on sèche immédiatement la cueille sur une plaque de cuivre. Du reste, pour sécher les feuilles, on les remue sur la plaque chaude, puis on les porte sur une natte, et on les roule avec la paume de la main, pendant qu'on les refroidit vivement avec des éventails. Le thé vert est beaucoup plus actif et plus odorant. On aromatise d'ailleurs les thés avec des fleurs de rosier, d'olivier, etc. Les variétés de thés sont infinies, selon le sol, l'exposition, la culture, les aromes, etc. (Voyage de *la Favorite* en Chine.)

Le thé est usité en infusion dans l'eau bouillante; c'est une boisson excitante très-agréable, en la mêlant au sucre et au lait : il s'en fait une consommation énorme, chez les nations du nord principalement, qui regardent le thé comme un préservatif des influences du froid et des brouillards. Le commerce en tire de Chine pour plus de 125 millions de fr. chaque année. Les tentatives qu'on a faites pour en introduire la culture au Brésil, ont jusqu'ici été sans succès.

Épices.

114. On relève le goût des mets et des liqueurs en y mêlant certaines substances végétales aromatiques, savoir : la cannelle, le girofle, la muscade et le poivre, qui nous viennent des contrées chaudes de l'Asie. On se sert aussi de quatre épices, de vanille, de laurier. Donnons quelques détails sur ces productions naturelles.

115. La *cannelle* est l'écorce des petits rameaux d'une espèce de laurier de Ceylan, de la Chine, etc., et qu'on

cultive aux Antilles, en Égypte et autres contrées tropicales. Le cannellier s'élève à 8 ou 10 mètres : son écorce est rougeâtre; il produit une espèce de gland.

116. Le *camphrier* est encore un laurier qui a le port d'un tilleul, et croît dans l'Inde, à la Chine, etc. Le camphre est une substance concrète, volatile, d'une odeur pénétrante, et dont on se sert en médecine : il existe dans toutes les parties de l'arbre, et même dans d'autres plantes, et principalement dans celles du genre laurier : on l'extrait par distillation, et le commerce nous le livre impur, gris, et en grains imitant le sel; il faut le *sublimer*, par l'action du feu, en le mêlant à la chaux, pour l'obtenir pur : il est alors blanc, léger, gras et très-volatil. Il se dissout dans les huiles, l'alcool, etc.

117. Le *laurier* est un arbre très-commun en Orient, en Grèce, en Italie, et qui croît même dans les environs de Paris, lorsqu'on le préserve des vents froids et des neiges. Cet arbre atteint la même hauteur que le précédent. Son fruit est une petite cerise rouge, qui devient noire en mûrissant. Ses feuilles exhalent une odeur suave ; on s'en sert pour aromatiser les ragoûts. On retire de son fruit une huile douce usitée en médecine. Le *thym* et l'*ail* sont souvent associés au laurier, dans la cuisine; ces dernières plantes sont trop connues pour que nous nous y arrêtions.

118. Le *poivre* est le fruit d'un arbrisseau sarmenteux ; il a la forme d'une petite boulette rougeâtre, qui se ride et devient noire. Ses grains sont réunis dix à vingt, et même jusqu'à trente ensemble en grappe pendante et grêle : dépouillés de leur enveloppe par la macération dans l'eau de mer, les grains de poivre deviennent blancs : ils sont moins forts au goût. Le poivre est cultivé dans les îles de la Sonde, l'Inde asiatique, etc., et depuis peu à Cayenne. On emploie cette substance pour aiguiser la saveur des mets, soit en laissant les grains entiers, soit en les réduisant en poussière (*mignonnette*), soit en les concassant grossièrement.

Les Hollandais étaient seuls en possession de nous vendre cette épice ; mais le célèbre Poivre, intendant de l'île Maurice, l'a introduite dans cette île où elle est actuellement cultivée avec succès. Les climats chauds peuvent seuls con-

venir à cette plante; elle grimpe sur les arbres à 10, à 12 mètres de hauteur, et les couvre de verdure; le tronc a 15 centimètres d'épaisseur. Chaque pied peut donner 7 à 8 kilogrammes de poivre quand il est en plein rapport.

Le *bétel* est composé avec les feuilles d'une espèce de poivre : les Indiens ont l'habitude de mâcher souvent cette substance pour aromatiser leur bouche et leur haleine.

119. Le giroflier et le muscadier sont originaires des îles Moluques : leurs produits nous étaient apportés par le commerce des Vénitiens et des Portugais, lorsque les Hollandais établirent leur domination dans ces contrées. Pour conserver le monopole des épices, ils firent arracher tous les plants de cet archipel dont la garde était impossible, et ne laissèrent qu'à l'île d'Amboine les pieds qui leur fournissaient ces denrées. Poivre, recommandable par ses talents et ses vertus, conçut et réalisa, au milieu d'immenses difficultés, le projet d'enlever des plants de ces arbres précieux; il y parvint, et les cultiva à l'île Maurice dont il était intendant; depuis on les a transportés à Cayenne et à la Martinique. Les contrées équinoxiales sont le seul climat où ces arbres puissent prospérer.

Le *giroflier* est un grand arbrisseau, élégant, fragile et qui craint le froid et les vents; il est voisin des myrtes. Ses fleurs viennent en bouquets, au nombre de quinze à vingt ensemble. On les cueille en bouton avant leur développement et avec leur queue; cette queue est ce qu'on appelle le *clou de girofle* ou *gérofle*. Son odeur est très-aromatique; on s'en sert pour assaisonner les mets : mis en poudre, il entre dans la composition de quelques odeurs. L'huile qu'on retire des clous de gérofle sert de parfum; elle apaise les douleurs de dents. Les fruits sont secs, gommeux, moins aromatiques : on les fait confire.

Le *muscadier* est un arbre touffu, voisin des lauriers dont il a le feuillage; il aime les climats chauds et les terrains frais et ombragés. Les fleurs sont unisexuelles, en bouquets ou isolées. Les fleurs femelles produisent un fruit rond de 7 centim. de diamètre, ayant un *brou* qui s'ouvre et contient une noix recouverte de *macis;* c'est une sub-

stance pourpre, d'une saveur aromatique et poivrée, qu'on enlève et qu'on sèche au soleil. La noix ne mûrit que neuf mois après la floraison ; elle est dure, brune, et contient une amande qu'on appelle *muscade*.

Le brou est si âcre et si astringent, qu'on ne peut le manger sans apprêt : on le confit et on en fait des compotes. La saveur du macis est agréable : la muscade sert dans la cuisine; on en extrait des huiles en pilant ces amandes, les torréfiant et les mettant sous presse.

Il y a une espèce de muscadier, à la Guyane, dont les graines fournissent un suif âcre dont on fait des chandelles.

120. Les *quatre épices* ou *noix de girofle* sont les fruits d'un bel arbre nommé *Ravensara*, qui est une espèce de laurier, croissant à Madagascar : ces fruits sont aromatiques et piquants ; on les emploie dans les sauces, etc.

121. Le *vanillier*, plante sarmenteuse, croît en Amérique et principalement au Mexique. Cet arbuste grimpe sur les arbres voisins ; il se plaît dans les contrées chaudes, et les lieux humides et ombragés. Ses feuilles sont purpurines, odorantes et en bouquets. Les fruits sont des gousses longues de 15 à 20 centimètres, brunes, un peu triangulaires, qu'on appelle *vanille-leq :* elles sont remplies d'une pulpe grasse où les graines sont fines et mêlées. Cette substance, très-aromatique et très-chère, est recherchée par les glaciers, les cuisiniers, les fabricants de chocolat.... La vanille bâtarde de Saint-Domingue est plus petite et moins estimée ; enfin, le vanillon, ou la grosse vanille, est molle, visqueuse, ouverte, moins suave : il vient du Brésil dans des boîtes de fer-blanc où il est confit dans le sirop.

122. Le *benjoin* est une substance balsamique dont on se sert en parfumerie : il est produit par un arbre, voisin de l'ébène, qui croît à Sumatra. On lessive le benjoin à chaud avec de l'eau pure, et on en retire, avec un acide, une substance cristalline qui est employée dans les arts. On peut encore l'obtenir par sublimation à l'aide d'une chaleur douce, sous forme de paillettes satinées.

123. Le *gingembre* est la racine d'une plante d'Asie, qui est de la famille des balisiers : cette substance est aromatique et très-excitante.

Musc.

124. Le chevrotin est un petit quadrupède, ayant la forme d'un cerf privé de bois : il ne se trouve que dans les hautes montagnes d'Asie, au nord de l'Inde, est extrêmement timide, et se plaît dans les forêts escarpées et désertes. Le mâle porte sous la peau du bas-ventre une bourse longue d'environ 5 centimètres sur 15 de contour, qui renferme une matière particulière, d'une odeur forte et extrêmement pénétrante, dont le poids varie de 8 à 25 grammes : c'est ce qu'on appelle le *musc*, qui est usité en pharmacie et en parfumerie; le meilleur vient de Chine. Celui du commerce est souvent sophistiqué. Le musc est très-cher; plus il est divisé, et plus son odeur est forte et pénétrante. Au bout de plusieurs années, il ne semble pas avoir perdu de son activité. Il brûle avec flamme. Le musc a une couleur brune; il est soluble dans l'eau et dans l'alcool; sa saveur est amère; il est composé de grains onctueux.

Sucre.

125. Cette substance (*), qui entre en si grande proportion dans l'assaisonnement de nos mets, et dont il se fait une si forte consommation, existe toute formée, par la nature, dans une multitude de plantes, telles que l'érable, le maïs, la carotte, etc. Mais c'est principalement d'une

(*) On fabriquait du sucre dans les Indes et en Chine, bien des siècles avant la découverte de l'Amérique; dans cette dernière contrée, on y emploie une graminée appelée *canne à sucre*, qui est bien plus riche que les autres végétaux. Ce sont les Sarrasins qui ont fait connaître le sucre à l'Europe du temps des croisades, et ce fut un Vénitien qui, vers la fin du quinzième siècle, réussit à le raffiner et à lui donner la forme de pain. Au commencement de ce même siècle, les Espagnols et les Portugais ont cultivé la canne à Madère et aux Canaries : c'est de là qu'elle a passé en Amérique.

On extrait le sucre de maïs et de palmier dans le sud et l'ouest de l'Amérique; c'est l'érable qui le produit dans le nord; et la canne a été introduite par les Européens dans les contrées tropicales.

sorte de roseau, appelé *canne à sucre*, qu'on extrait la majeure partie de celui dont on fait usage. Cette graminée est originaire de l'Inde asiatique, et s'est répandue dans toutes les contrées tropicales du monde, où on la cultive pour en extraire le suc nommé *vin de canne*.

De sa racine sortent plusieurs tiges, qui s'élèvent de 2 à 5 mètres, sur une épaisseur de 3 à 4 centimètres, portant des nœuds, comme le blé, dont chacun donne naissance à une feuille embrassante : ces feuilles forment en haut l'éventail. Après avoir préparé la terre, on y fiche, en quinconce, des bouts de tiges; ces *boutures* ou *plançons* s'enracinent et poussent de jeunes cannes, qui bientôt grandissent et ont trente à quarante nœuds au plus, ainsi que des rejetons. Au bout de dix à douze mois de végétation active, les nœuds inférieurs ont perdu leurs feuilles et sont remplis d'un jus sucré qu'il s'agit d'exprimer. On coupe toutes les tiges au ras de terre, et on les laisse produire plus tard une autre récolte : et ainsi successivement.

Les cannes coupées sont portées au moulin qui est formé de trois cylindres verticaux en bois dur ou en fer, très-rapprochés, à la manière des *laminoirs* (*Voyez* n° 528) : celui du milieu tourne par un moyen quelconque, et fait tourner les deux autres. On passe chaque canne d'abord entre le premier et le second cylindre, puis entre celui-ci et le troisième. La pression fait sortir le vin de canne qui tombe dans une rigole, pour se rendre à un réservoir. La tige, nommée *bagasse*, est devenue plate et à peu près privée de suc; on l'emploie à brûler, à faire des cases de nègres, etc.

Le vin de canne est si prompt à fermenter, qu'il faut le cuire sur-le-champ; le sucre est à peu près le huitième du poids du jus. On verse le vin dans des chaudières de cuivre ou de fonte, et on y ajoute de la craie ou de la chaux, qui absorbe la partie acide. Un même fourneau chauffe toutes les chaudières et produit l'ébullition; on écume; et quand la liqueur, appelée *vesou*, est assez concentrée, on la filtre à travers une étoffe de laine pour la débarrasser des substances étrangères. On évapore de nouveau, et on verse dans le *rafraîchissoir* le produit appelé *cuite* ou *batterie*. Le

sucre, en se refroidissant, se *graine*, c'est-à-dire se prend en masse de cristaux confus. En débouchant des trous, on permet l'écoulement de la *mélasse* qui est une liqueur brune, sucrée, mais incristallisable. Le sucre ainsi obtenu est appelé *cassonade*, ou *moscouade*; elle est jaune et terreuse. C'est ce produit qu'il faut *raffiner*. La mélasse sert à faire du rhum, du tafia, du cirage.

Pour raffiner le sucre, on le dissout dans l'eau de chaux, et on y ajoute du sang de bœuf : il se fait, au feu, un coagulum, qu'on écume, et qui enlève les matières étrangères. Cette opération est réitérée jusqu'à deux ou trois fois; on filtre, et on obtient ce qu'on appelle la *clairse*. Quand la liqueur est devenue bien transparente, et l'emploi du noir animal comme décolorant (*Voyez* n° 274) est ici d'une grande utilité, on filtre à travers une étoffe de laine; puis on concentre le sirop par l'ébullition, et on le met en *forme*. On donne ce nom à des vases de terre, en cône percé à la pointe d'un trou qu'on bouche avec une cheville : le cône est dressé, la pointe en bas, dans un vase dont le col l'embrasse; le sucre prend en masse conique; mais il n'est pas encore privé de toute sa mélasse.

Il faut le *terrer*. On ôte la cheville de la forme, pour laisser écouler la mélasse, par son poids, dans le vase placé au-dessous. On répand à la surface du pain de sucre (qui est la base du cône, tournée par le haut) de l'argile mouillée, qu'on renouvelle de temps à autre. L'eau filtre à travers les pores du sucre, entraînant, vers la pointe du cône, toute la mélasse logée dans les interstices, et s'écoule au dehors. Il ne reste plus qu'à porter le pain de sucre à l'étuve pour achever la dessiccation, à le recouvrir de fort papier, etc.

Les cuves où l'on fait bouillir le sucre, doivent pouvoir être enlevées et vidées promptement, parce quand on prolonge le feu plus qu'il ne faut, une partie du sucre se change en mélasse, ce qui fait une perte. Il faut donc que les cuves puissent être remuées avec des grues (n° 501). La chaleur engagée dans le sirop s'y conserve et s'y élève si vite, qu'on ne peut trop se hâter de le soustraire à cet effet, quand le moment est arrivé. La masse pourrait même

se changer en *caramel*, qui n'est que du sucre commençant à brûler.

Comme les bénéfices des raffineries consistent spécialement dans l'art de ne pas faire de mélasse, on a perfectionné la cuisson en chauffant la cuve par la vapeur d'eau. Un tuyau, qui fait des circonvolutions dans la cuve contenant le sirop, communique avec une chaudière en ébullition, et la vapeur chauffe le sirop. On peut arrêter instantanément l'effet en tournant un robinet qui empêche l'accès de la vapeur. Howard a de plus imaginé d'opérer dans une cuve hermétiquement fermée par un couvercle, et d'y faire le vide, par le secours d'une machine pneumatique. Alors le liquide bout à basse température, et on n'a plus que 10 kilogrammes de mélasse sur 100, au lieu d'au moins 25 qu'on avait par l'ancien procédé.

126. Pour extraire le *sucre de betteraves*, il faut d'abord déchirer le tissu à l'aide d'une *râpe* (*Voyez* n° 532), pour réduire cette racine en pulpe. On soumet cette pulpe à l'action d'une presse qui en retire moitié de son poids de jus. Le marc, mis dans des sacs, donne encore du jus par une seconde et une troisième pression. On retire en jus au plus les deux tiers du poids total des betteraves. C'est de ce jus qu'on extrait le sucre, en opérant à peu près comme pour celui de canne. Le marc sert à nourrir les bestiaux; les feuilles sont un bon engrais, et la terre où la betterave a été cultivée, est propre à donner de belles moissons de froment.

Le jus de betteraves est brassé, avec de la chaux, sur le feu, dans une grande chaudière : c'est ce qu'on appelle la *défécation*. On reprend le jus décanté et débarrassé de son écume, et on le fait de nouveau bouillir, pour le réduire à moitié; puis on fait encore évaporer, en projetant du charbon animal, à trois reprises différentes. On arrête le feu, et on jette dans la chaudière du lait écrémé, ce qui fait déposer le charbon. On filtre, et on travaille le jus clair qu'on en retire par les procédés ordinaires.

M. de Dombasle a perfectionné ce procédé; il fait macérer dans l'eau bouillante les betteraves coupées en tranches minces; l'eau dissout la majeure partie du sucre,

et il fait ensuite évaporer. Il économise ainsi les frais et les machines de broyage et de pression de la betterave ; et s'il faut plus de combustible pour évaporer, il trouve une ample compensation de cette dépense, parce qu'il retire une plus grande quantité de sucre. Au reste, cet art nouveau reçoit chaque jour d'utiles changements, et l'industrie des sucreries indigènes est en voie de progrès.

Il est maintenant reconnu que le sucre de betteraves ne diffère en rien de celui de canne ; que les fabriques indigènes peuvent rivaliser avec celles des colonies, même sans le secours de l'impôt prélevé aux douanes ; que la culture des betteraves exige des soins qui améliorent le sol et en augmentent les produits ; que les marcs sont une bonne nourriture pour les bestiaux, et un excellent engrais, ainsi que les feuilles.

On obtient au moins 15 pour 100 du poids de la betterave en sucre cristallisé : on peut retirer 25 à 30 mille kilogr. de racines par hectare, ce qui fait 1500 kilogrammes de sucre. La consommation de la France est de 60 millions de kilogrammes. Il faudrait donc 40 mille hectares cultivés en betteraves pour suffire à nos besoins (environ la dix-huitième partie d'un de nos départements). 200 fabriques que nous possédons font environ 25 millions de kilogrammes de sucre, occupant 30 mille ouvriers, 16 mille hectares, et nourrissant 30 mille bœufs.

On fait aussi du sucre avec du raisin, le petit-lait, le miel ; mais ces industries sont très-bornées. A l'aide de l'acide sulfurique, on change la fécule en sucre ; on obtient d'abord un sirop ; cristallisé, on a le sucre de *dextrine* qui sert à faire de la bière, à donner aux vins des qualités généreuses, à faire des eaux-de vie, etc. : ce sujet sera traité à l'article *alcool*, n° 157.

Miel, Cire, Abeilles.

127. Les abeilles sont des mouches vivant en société, qui y fabriquent la cire et le miel ; leur anus est pourvu d'un aiguillon qui pique douloureusement. Leur vie industrieuse, la manière de retirer des profits de ces insectes,

exigent des développements curieux, dans le détail desquels nous allons entrer.

Comme tous les insectes, les abeilles, ou mouches à miel, passent par quatre états (*Voyez* page 29) : d'abord un *œuf* donne, à une certaine époque, naissance à un *petit ver* qui grossit peu à peu, et devient une *nymphe*, état d'engourdissement passager : bientôt après l'abeille accomplit sa dernière métamorphose, prend des ailes, et devient *insecte parfait.* C'est alors qu'elle parcourt les campagnes, et tire des fleurs, avec une trompe, les sucs qui lui servent à donner la nourriture aux autres vers, et à fournir la provision de cire et de miel nécessaire à la société.

L'habitation des abeilles s'appelle une *ruche :* celles que nous fabriquons sont de formes très-variées. Le plus souvent c'est un panier d'osier, dont le tissu est très-serré et la forme conique. On en pose la base ouverte sur une tablette ou *tablier* en planche ou en pierre, exhaussée par des pieds au-dessus du sol, et on ferme tout autour les issues en y maçonnant de la terre, ne laissant qu'une petite entrée. Les abeilles savent très-bien boucher tous les trous de leur demeure, excepté cette porte qui reste constamment ouverte. On expose les ruches dans un lieu abrité des vents, et voisin des fleurs, des prairies, des fruits, qui fournissent la nourriture à ces petits animaux.

Une ruche ne renferme qu'une seule femelle qu'on appelle *reine*, qui est d'une immense fécondité ; car elle pond jusqu'à trente et quarante mille œufs par an. Elle est l'objet des respects de toute la colonie, et ne sort de la ruche que dans des cas très-rares que nous dirons bientôt. Elle est nourrie par les abeilles, qui sont toutes des mulets, c'est-à-dire ni mâles, ni femelles, et qui travaillent incessamment et avec ardeur à la défense, aux approvisionnements de la ruche, à la nourriture des vers, etc. Cependant il y a une époque où l'on voit aussi dans la ruche un petit nombre de mâles (15 à 18 cents), qui sont plus gros que les abeilles et n'ont pas d'aiguillon. Mais comme ils consomment sans travailler, vers le mois de juillet, les abeilles les massacrent impitoyablement, pour qu'ils ne soient pas, en hiver, à charge à la société.

Il existe une telle haine entre les femelles d'abeilles, que s'il y en a deux dans une ruche, elles se livrent un combat à mort, dont les abeilles se font spectatrices, sans s'y opposer : la victorieuse est alors reconnue reine.

La cire est le produit de la nutrition des abeilles, qui n'ont pas d'autre excrétion, leurs aliments se convertissant en cire ; elle se forme en rubans autour des anneaux de leur ventre : l'insecte la travaille avec ses pattes, la mâche et lui donne ensuite la forme admirable que nous lui voyons : c'est avec la cire qu'il fait ses gâteaux, assemblage de petits tuyaux à six pans, situés horizontalement ; les ouvertures tournées d'un côté et du côté opposé ; car ces tuyaux sont adossés par leur base, et la matière y est ménagée avec une telle adresse et une telle économie, que chaque paroi d'un tuyau est une cloison qui sert de paroi au tuyau voisin, et que de même son fond sert de fond aux tuyaux qui sont tournés en sens contraire. Ces gâteaux sont scellés en haut de la ruche, et pendent dans des situations parallèles, laissant entre eux un étroit passage pour la circulation. On soutient leur poids par des bâtons horizontaux fichés d'avance dans le panier.

On nomme *cellules* ou *alvéoles* chacun de ces petits tuyaux. Ceux du haut servent de récipient au miel que les abeilles amassent pour l'hiver ; elles les bouchent de couvercles quand ils sont remplis. Plus bas, les alvéoles contiennent les vers, qu'on nomme *couvain*. La reine, dont le ventre est énormément long au printemps, pond un œuf dans chaque cellule. La ponte dure jusqu'à l'automne ; d'abord elle fait une multitude d'ouvrières, ensuite elle pond des mâles, en avril ou mai, dans des cellules plus grandes : viennent ensuite les œufs de femelles. La ponte diminue après le massacre des mâles jusqu'en septembre, qu'elle cesse tout à fait.

Quant aux œufs de femelles, ils sont déposés dans des cellules beaucoup plus grandes, oblongues, en poire, au nombre de quinze à vingt seulement, ou même moins encore, situées verticalement, l'ouverture tournée en bas : les vers y sont nourris d'une pâtée plus recherchée et avec une grande abondance.

Quatre jours après qu'un œuf est pondu et collé dans sa case, il éclôt un petit ver sans pattes, qui se tient roulé en cercle tout au fond. Les ouvrières viennent lui fournir de la pâtée, avec un soin singulier : c'est une sorte de bouillie ou de gelée, composée de poussière des fleurs (*pollen*) et de miel dont la qualité nutritive varie avec l'âge du ver. Au bout de cinq à six jours, sa case est fermée d'un couvercle, et le ver commence à se filer une coque dont la soie est appliquée sur les parois ; trente-six heures lui suffisent pour cela, et, trois jours après il se métamorphose en nymphe. Au bout de huit jours, l'abeille se débarrasse, perce son couvercle, sort, se pose sur le gâteau pour se sécher (le vingtième jour après, la ponte). Des abeilles viennent la secourir, lui gorgent du miel, la lèchent, pendant que d'autres nettoient la cellule pour faire place à un nouvel œuf. C'est ainsi que la famille s'accroît avec une prodigieuse fécondité. La mouche, nouvellement née, sort de la ruche, s'occupe de payer sa dette à la patrie, en y apportant tous les soins qu'elle a reçus.

Bientôt la ruche devient si nombreuse, et la chaleur si intense, que la population n'y peut plus demeurer ; il se fait alors un *essaim*. Les mouches sont dans une agitation extrême, et si le temps est chaud, sec et ombragé, elles partent toutes, en formant, dans l'air, un nuage épais et tourbillonnant, qui va se poser sur un buisson, un arbre, ou tout autre support. La reine, que la ponte a beaucoup allégée, car c'est de mai à la fin de juin que l'essaim part, est devenue capable de voler, et sort avec la foule : là où elle va se poser, on est assuré que toutes les mouches viendront. Elles se cramponnent en masse, accrochées les unes aux autres, et il est facile de les faire tomber dans une nouvelle ruche vide ; car alors n'ayant pas de postérité à défendre, elles ne sont pas méchantes. Un homme, recouvert d'un camail de toile claire et de gants, présente l'ouverture du panier sous le paquet, et l'y fait tomber. Il renverse de suite le panier par terre en l'élevant un peu sur des cales, et les mouches qui sont restées dehors ne tardent pas à s'y réunir, si la reine s'y trouve.

Il est bon de frotter l'intérieur du panier avec des feuilles

de fèves, de romarin, de thym, et autres plantes aromatiques, du miel même ou de la cassonade, pour attirer et retenir les abeilles. Si l'on voit que l'essaim est vif et menace de se porter au loin, on l'arrête avec de la fumée, ou en jetant de l'eau en pluie fine, ou même quelques poignées de sable. Comme l'essaim tourbillonne longtemps sur place pour chercher à se poser, tandis que des messagères s'éloignent un peu pour choisir un lieu commode, on a le temps de prendre ses mesures, du moins lorsqu'on est attentif à guetter le moment où l'essaim va partir. Quant au tintamarre de cloches et coups de chaudrons qu'on emploie à la campagne pour modérer la fuite, on doit être assuré que ce bruit est inutile.

Le soir, tout est calme dans la nouvelle ruche ; on la porte en place sur le tablier qui lui est destiné ; et dès le lendemain la population se livre au travail, c'est-à-dire bouche tous les trous de la ruche, et commence des gâteaux de cire pour la provision, et pour recevoir les œufs qui seront bientôt pondus. Plus de cent alvéoles sont construites chaque jour, formant un gâteau d'au moins 16 centimètres de large.

Quant à la ruche abandonnée, elle ne tarde pas à se trouver aussi peuplée qu'avant, non-seulement par la rentrée des mouches qui étaient sorties pour paître avant le départ de l'essaim, mais aussi par la naissance des nouvelles abeilles, dont les cellules sont remplies de vers. Des alvéoles de reines, on voit alors sortir celle qui y a été quelque temps retenue prisonnière, ou qui vient de naître. Cinq ou six jours après, cette femelle sort de la ruche pour être fécondée : cette seule sortie lui suffit pour rencontrer le mâle : un seul accouplement la rend féconde pour un ou deux ans, et même, dit-on, pour sa vie entière. Voilà donc la ruche aussi bien pourvue qu'avant ; et même il n'est pas rare, lorsqu'elle est très-nombreuse, qu'elle fournisse, au bout de sept à dix jours, un nouvel essaim ; puis rarement un troisième, et même un quatrième. Un fort essaim peut, à son tour, en donner un vingt ou trente jours après qu'il s'est formé.

C'est toujours la vieille reine qui part avec un essaim,

Et s'il arrive que, dans l'ancienne ruche, la nouvelle reine en trouve le moyen, elle massacre les vers de reine qui s'y trouvent. Les abeilles s'y opposent, il est vrai ; mais quand la saison ne permet plus l'espérance d'avoir des essaims (dès le mois de juillet), elles n'arrêtent plus le combat qui livre le royaume à une seule femelle. On a remarqué que s'il arrive que, par accident, les deux combattants meurent, et qu'il n'y ait plus de reine, les abeilles ont l'art d'élever un ver d'ouvrière avec une pâtée succulente qui lui procure le degré de force nécessaire à cette dignité. C'est aussitôt que la ruche ne peut plus essaimer que les mâles sont tués.

Tant que la jeune reine n'est pas fécondée, les abeilles n'ont pour elle aucuns égards; mais dès qu'elle a reçu cette faculté, elle devient l'objet de tous les respects : on s'écarte d'elle, on lui rend des hommages, ses volontés sont des lois. La reine produit avec ses ailes une sorte de bruissement qui, dès qu'elle le fait entendre, frappe de terreur toute la ruche : et si elle court quelque danger, toute la ruche combat à outrance pour la sauver, s'expose à une mort certaine, enfin la couvre de sa masse pour la protéger. Le seul point sur lequel on lui résiste, c'est lorsqu'elle veut tuer les vers de reine avant le temps, ou qu'elle refuse le combat contre une autre reine.

La pâtée qui sert de nourriture aux jeunes vers est un mélange de miel et de poussière des étamines des fleurs (pollen). Nous voyons arriver à la ruche les abeilles chargées de ce pollen que leurs poils emportent, et qu'elles réunissent avec des brosses qu'elles ont aux pattes, dans une petite corbeille ronde dont ces pattes sont aussi pourvues. Elles pétrissent cette matière dans leur bouche, et la mettent dans les cellules des vers, ou en font une réserve dans d'autres alvéoles. C'est ce qu'on appelle le *rouget*.

Les abeilles font avec vigilance sentinelle à la porte de la ruche pour s'opposer à l'entrée de tout individu étranger. Une abeille d'une autre ruche, si elle s'obstinait à vouloir y pénétrer, trouverait infailliblement la mort ; car elles savent se reconnaître entre elles. Cependant il y a

des ennemis assez adroits pour échapper à ce danger, ainsi qu'on va bientôt le dire.

128. Voyons maintenant comment l'industrie humaine peut tirer parti des ruches. Pour obtenir leur cire et leur miel, on les tue, en faisant brûler de la fleur de soufre sous leur ruche. Ce procédé barbare, quoique souvent pratiqué, doit être remplacé par un autre plus doux et plus profitable, parce qu'il conserve la ruche.

On doit construire la ruche de deux pièces, l'une supérieure qu'on peut séparer de l'autre, en coupant la cire et les liens qui les unissent. Comme le miel est toujours contenu dans la partie supérieure des gâteaux, en ôtant cette pièce d'en haut, et y en substituant une autre qui est vide, les abeilles ne tardent guère à réparer cette perte par leur travail, du moins quand la saison est favorable. On partage ainsi avec les abeilles le produit de leur travail, sans perdre la ruche.

Mais ce procédé a un inconvénient. Il y a un papillon qui est un ennemi dangereux des ruches. Quoique les abeilles lui fassent une guerre animée, et que ce papillon n'ait pas d'armes pour se défendre, il réussit à venir pondre ses œufs dans les gâteaux. Il en vient des chenilles qui vivent de cire, et s'y créent des galeries où elles sont à l'abri des attaques. Une ruche est bientôt dévastée par ces animaux qui détruisent toutes les cellules, les œufs et la population. Aussi les vieilles ruches sont-elles souvent perdues par cette cause.

Il y a encore un autre inconvénient. Le rouget que les abeilles amassent pour nourrir leurs vers, se durcit et ne peut plus être employé au bout de quelque temps. Il s'ensuit qu'une partie des gâteaux s'en remplit de plus en plus, et que bientôt il ne reste plus de place pour le miel, le rouget et les œufs. Ainsi les vieilles ruches doivent être détruites; mais il faut en conserver les abeilles, en opérant comme il va être expliqué.

C'est ce qu'on fait très-bien avec la *ruche à hausse;* elle est formée de trois à quatre tiroirs sans fond, ou *hausses*, de 3 décimètres en carré, et de un quart de hauteur. Ces hausses sont placées l'une sur l'autre, et on pose en haut

une planchette pour fermer l'édifice, qui a la forme d'un cube. Chaque hausse est traversée par un bâton qui sert de soutien au gâteau : des crochets arrêtent chacune à la suivante. Tous les ans, vers l'automne, on coupe, avec un couteau, le ciment dont les abeilles ont bouché les joints de la hausse supérieure avec sa voisine; on détache les crochets, et on coupe les gâteaux au ras du joint. On enlève ainsi la hausse d'en haut, avec toute la cire et tout le miel qui s'y trouvent, sans couvain : car on sait que le haut d'une ruche n'en contient pas. On remet une planche sur la ruche, et on ajoute en bas une nouvelle hausse.

Il périt très-peu d'abeilles dans cette opération; on ne court guère risque d'être piqué; enfin on augmente ou diminue à volonté la capacité de la ruche, selon sa population; une heure après, les abeilles se mettent à travailler de plus belle, et leur perte est bientôt réparée. Tous les trois à quatre ans, le miel et la cire sont ainsi renouvelés.

Il est aussi très-commode de faire la ruche de deux demi-boîtes accolées, comme si on eût scié une caisse cubique par un plan parallèle à deux faces verticales. Ces deux parties sont unies ensemble par des crochets. Il est très-facile de les séparer l'une de l'autre, de remplacer chaque moitié pleine par une vide, ou d'enlever des gâteaux, ou, etc.

Il faut ajouter qu'il y a un moyen très-simple de travailler les mouches sans risque d'être piqué, et sans leur nuire : c'est de les enfumer. Un chiffon mis au bout d'un bâton et allumé, est présenté à la porte de la ruche pour empêcher les abeilles de sortir. Au bout de quelques minutes, on frappe brusquement plusieurs coups sur le haut de la ruche, puis on la soulève et on y fait entrer par-dessous une grande quantité de fumée pendant une ou deux minutes. Les abeilles, voyant qu'elles sont trop faibles contre l'attaque, se portent en haut de la rucne, autour de leur femelle, pour la couvrir de leur corps. Elles ne piquent plus alors, et se mettent dans l'état de *bruissement*, c'est-à-dire qu'elles agitent leurs ailes sans bouger le corps. On en est alors maître, et on en fait ce qu'on veut sans crainte.

On use de ce moyen pour changer une ruche. Car si, par

un beau temps du mois de mai, vers dix heures du matin, lorsque la moitié des abeilles est sortie, on enfume une ruche et qu'on l'emporte à quelque distance, on la renversera sens dessus dessous, on adaptera une ruche vide au-dessus de la pleine, et on entourera leur réunion d'un drap. Les abeilles plongées dans l'obscurité monteront bientôt dans celle du haut, d'après leur instinct ordinaire, surtout si on frappe de petits coups sur celle de dessous. Dès que la reine a quitté celle-ci, toutes les ouvrières la suivent, et le partage est fait. On sépare les deux paniers; on reporte en place celui qui est plein; on met l'autre à quelque distance, et on a deux ruches au lieu d'une.

Ce moyen est très-bon pour éviter de perdre les essaims; car il arrive quelquefois qu'on n'est pas maître d'en modérer la fuite, sans compter qu'il faut s'astreindre à guetter le départ pendant plusieurs jours.

Pour qu'un essaim prospère, il doit contenir vingt-cinq mille abeilles, et peser environ deux kilog. $\frac{1}{2}$; Réaumur a trouvé que cinq mille trois cent soixante-seize mouches pèsent un demi-kilog. Une forte ruche a plus de quarante mille abeilles. On estime que les abeilles d'un panier amassent un demi-kilog. de miel en un jour : et, en effet, il suffirait que chacun de ces insectes rapportât $\frac{1}{6}$ de décigramme de miel pour que trente mille abeilles produisissent cinq hectogrammes.

Il a été dit qu'on devait enlever aux ruches toute la vieille cire, qui est plus exposée aux ravages des papillons, et aussi plus chargée de rouget; les abeilles en deviennent plus actives, et réparent leur perte en peu de jours. L'enlèvement du miel a plus d'inconvénient, parce que si la saison ne permet pas que les abeilles continuent leurs travaux et leurs excursions, cette provision d'hiver peut manquer; elles mourraient alors de faim, si on négligeait de leur donner de la nourriture. Au reste la cire est plus chère que le miel.

129. Voyons maintenant comment on tire parti des gâteaux détachés d'une ruche. On les met égoutter sur un vase, après avoir coupé, avec un couteau, les cellules bouchées d'un couvercle; le *miel vierge* est celui qui dé-

coule ainsi : c'est le plus estimé. On brise ensuite les gâteaux, pour en retirer un miel moins pur ; enfin on comprime les débris avec les mains, ou même avec une presse, après avoir mis la matière dans un sac. Ce miel, en reposant, laisse surnager une partie moins impure qu'on décante : le fond est un gros miel dont on fait des sirops, ou qu'on emploie pour nourrir les abeilles après l'hiver, car cette saison les engourdit tout à fait.

Il faut avoir soin, dans cette opération, d'enlever des gâteaux le rouget, les abeilles mortes, le couvain, qui saliraient le miel, ou lui feraient contracter un mauvais goût.

Quant à la cire extraite par ce procédé, on la met sur le feu, avec de l'eau, dans un chaudron : la cire fond à mesure que l'eau s'échauffe, et on la passe à travers une toile claire, pour ôter les impuretés ; le liquide refroidi se fige ; on peut aussi le mouler.

La cire brute est naturellement jaune sale ; dans cet état, elle sert au frottage des planchers, à faire des bougies de deuil, à cirer les meubles, à faire de l'encaustique, etc. Pour la blanchir et en faire des bougies, des cierges, des figures, etc., on la coupe, sous l'eau, avec une machine, en rubans minces, qu'on expose sur le pré. On peut aussi la traiter par le chlore comme les toiles écrues. (Voyez *blanchiment*, et n° 291.)

Graisses et huiles animales.

130. On sépare la graisse des tissus animaux ; elle est sans odeur ni saveur, et contient un à deux vingtièmes de chair, sang, pellicule. On la lave à l'eau froide pour en ôter le sang, et on la coupe par morceaux dans de l'eau qu'on fait chauffer. La graisse se fond et se sépare de ses membranes : on passe au tamis, et on laisse refroidir ; elle vient se figer à la surface.

On se sert dans la cuisine de la graisse de porc, ou *axonge* ; on l'appelle *sain-doux* : on en fait des assaisonnements, des fritures, etc. Celles de bœuf, de veau, d'oie, etc., sont aussi très-employées aux usages de la table.

On donne le nom de *suif* à la graisse de mouton, de bœuf, de veau. On en fait de la *chandelle* (Voyez n° 288). Quand la graisse a été séchée sur une perche, on l'appelle *suif en branches*. Après avoir fondu deux fois le suif, en alunant la seconde fois, ce qui donne deux à trois dixièmes de déchet, on le verse dans des sébiles de bois, où il se fige en pain de deux kilog. $\frac{3}{4}$, pour l'usage des chandeliers. Le résidu de la chaudière forme le *creton* qui sert de nourriture aux chiens de basse-cour, aux volailles.

Les abattis de bœufs, vaches et moutons, bouillis avec de l'eau, donnent l'*huile de pied-de-bœuf*, dont on fait des fritures, et qui, à cause de sa grande liquidité, est excellente pour graisser les rouages des machines et pour l'éclairage. Les essieux des roues se graissent avec du *vieux oing*, mélange des suifs de bœuf et de mouton ; on en fait aussi avec de la graisse de porc battue et non fondue.

Le *blanc de baleine*, ou *spermaceti*, est une graisse solide qu'on extrait de certaines espèces de *cachalots* (*Voyez* page 64). Cette graisse existe surtout dans une cavité près du crâne.

L'*huile de poisson* est retirée principalement des foies de morue et de marsouin, ou bien des harengs ; on laisse corrompre ces matières, et on les fait cuire dans l'eau : l'huile vient surnager.

L'*huile de baleine* s'obtient en coupant le lard de cet animal et le faisant cuire dans l'eau : on passe à travers un treillage, et l'huile se sépare peu à peu par le repos. Une baleine en fournit quarante, cinquante et jusqu'à cent tonneaux. (Le tonneau est un poids de 1000 kilogrammes.)

Les *fanons* sont des baguettes ou lames cornées qui garnissent les bords des mâchoires et tiennent lieu de dents ; ils servent à tamiser l'eau que l'animal prend dans sa bouche, et à retenir tous les petits mollusques qui s'y trouvent ; car ces lames sont effilées vers leur bout et se divisent en une multitude de crins : les fanons ont jusqu'à 3 mètres de long. Cette substance, très-élastique, entre dans la composition des corsets de dames.

Toutes les huiles de poisson servent à l'éclairage, à corroyer les cuirs, etc.

Tabac.

131. Cette plante nous est venue d'Amérique vers 1560; l'usage en est aujourd'hui si répandu, qu'on la cultive partout, et qu'elle est la matière d'un des impôts les plus productifs de tous les gouvernements. On la respire en poudre, on la mâche, ou l'on en aspire la fumée. Les Allemands, les Hollandais et les Espagnols en font un usage continuel, et le tabac est devenu un besoin presque universel. Il s'en vend, en France, par an, pour près de soixante-dix millions de francs, qui ne coûte pas moitié de frais de fabrication.

Le tabac est une plante annuelle; on le sème au premier printemps, puis on transplante dans un sol préparé, et on dispose en allées ou quinconces. On sarcle avec soin, et on coupe le sommet pour s'opposer à la floraison, ne laissant que huit à douze feuilles sur la tige, et ôtant tous les rejetons. La plante est arrachée à maturité, et on la met sécher. On dispose ensuite les tiges en tas, pour leur faire éprouver quelque fermentation pendant huit à quinze jours.

Cela fait, on arrache les feuilles, on les trie par qualités différentes, et on en fait des bottes ou *manosques*, ou bien on les réunit en *carottes*. Diverses préparations donnent au tabac la forme et la saveur désirées. Tantôt on le réduit en poudre à l'aide de machines, tantôt on en fait des *cigares*, tantôt enfin on le coupe en lanières minces, pour le fumer.

Les cigares sont des brins de feuilles emmaillotées dans une feuille entière, de manière à prendre la forme cylindrique; en mettant le feu à un bout, et suçant par l'autre bout, la combustion gagne de proche en proche. Les cigares les plus estimés sont ceux de la Havane, qu'on imite en Belgique, en Suisse, etc.

On cultive plusieurs variétés de tabac; celles de Virginie, de Maryland, de Maracaïbo, de Lataquié, sont les plus recherchées.

Le commerce de tabac a pour annexe celui d'une foule

d'objets qui s'y rapportent : il y a des milliers d'ouvriers qui vivent de la fabrication des tabatières, et même des matières dont on les compose. De même les *pipes* sont fabriquées par millions et sous toutes les formes.

132. Les pipes communes sont faites en terre argileuse. Après avoir mouillé, corroyé, purgé cette terre, de manière à en former une pâte fine et consistante, l'ouvrier en façonne une petite partie, avec la main et grossièrement, sous la forme du tuyau et de son *fourneau*. Il met la pièce dans un moule composé de deux mâchoires, dont chacune est creusée d'un sillon sous la forme d'une pipe coupée dans le milieu de sa longueur : il creuse le fourneau avec un petit bâton, et insère une aiguille grosse et longue à travers le tuyau, jusqu'à ce qu'elle débouche dans le fourneau. Ce travail se fait en serrant le moule dans un étau. La pipe est faite, il ne reste plus qu'à la sécher et à la cuire.

On fait aussi des tuyaux de pipe en *ambre jaune*, ou *succin* (Voyez n° 476), en roseau, en corne, en fil de fer tourné en ressort à boudin, qu'on recouvre d'une enveloppe quelconque. Les Turcs font un grand cas de ces derniers tuyaux, qui ont plusieurs mètres de longueur. Quant au fourneau, mille matières y sont employées, telles que l'argent, la porcelaine, etc., mais particulièrement l'*écume de mer*; cette substance se tire des mines de l'Asie Mineure, et aussi de Madrid et de quelques autres lieux. C'est une pierre à grain fin, qui se laisse facilement tailler, et prend un beau poli.

LIQUIDES.

Huile.

133. L'huile est un liquide gras qu'on retire d'un grand nombre de fruits et de graines. La meilleure est celle d'olive, qui sert à assaisonner les salades et différents mets, à faire des fritures, etc. : on la brûle même dans les pays où elle est commune. En Italie, par exemple, c'est la

même huile qui est employée à la cuisine, et qui alimente les lampes.

L'olivier est un arbre à feuillage grisâtre et qui ressemble assez au saule blanc. Son fruit est petit, vert, ovale, d'une saveur acerbe et repoussante, à moins qu'on ne lui ait fait subir une préparation dans de la saumure, etc. En ce dernier état, elle est servie sur les tables. Cet arbre croît dans les pays où les froids de l'hiver ne sont pas rigoureux, comme en Provence, en Languedoc, en Italie, en Espagne, en Grèce, en Afrique, etc. On a remarqué qu'il prospère surtout dans les lieux peu éloignés de la mer.

Lorsque l'olive est mûre (vers le mois de novembre, près de six mois après la floraison qui se fait en mai), elle prend une teinte rouge-noire; on la cueille alors, ou un peu avant la maturité. On amasse les olives en tas dans un grenier ou dans une chambre, où on les laisse pendant plusieurs jours ressuer leur humidité, et éprouver une légère fermentation. Ensuite on les réduit en pâte, en les écrasant sous la meule; les moulins à huile ressemblent beaucoup à ceux dont on fait la farine, du moins pour l'effet. (*Voyez* Moulin, n° 542.) Comme l'olive contient un noyau au centre, le poids de la meule broie le tout ensemble : ce bois et son amande font presque le tiers du poids total. On soumet ensuite la masse à l'action du *pressoir* pour en extraire le jus (n° 523). La pulpe est enfermée dans des sacs appelés *cabas*, qui sont en toile forte et claire, ou mieux en *sparte* (espèce de jonc). La première huile qui coule est la plus délicate; on l'appelle *huile vierge*. Elle est reçue dans des tonneaux à moitié pleins d'eau, dont elle se sépare par le repos. On l'enlève ensuite avec une cuiller; l'eau reste au fond. On desserre ensuite les cabas, on dégrume la pâte, on y verse de l'eau bouillante, et on soumet de nouveau à l'action de la presse; l'eau entraîne l'huile. On renouvelle l'eau, on réitère la pression, et on réussit à extraire à peu près toute l'huile contenue dans la pulpe. Le marc, appelé *tourteau*, sert à engraisser la terre, à alimenter le feu, à nourrir des cochons, etc. Quant au liquide exprimé, mélange d'huile et d'eau, on le laisse écouler dans une vaste citerne appelée

enfer. L'huile vient surnager et se sépare du mucilage par la fermentation ; on laisse écouler l'eau. Cette huile est très-mauvaise ; mais elle s'emploie à faire du *savon*, à alimenter les lampes, etc.

L'huile comestible, au sortir de la presse, est chargée de parties mucilagineuses ; on la laisse clarifier par le dépôt, dans un lieu chaud ; on la décante ensuite, et on la met en barriques pour la livrer au commerce : elle est figée à la température de 5 à 6 degrés de Réaumur. On doit la conserver dans un lieu frais, et boucher les vases, pour éviter que le contact de l'air ne la rancisse.

Quant à l'huile qu'on destine à l'éclairage, comme elle est de qualité médiocre, elle contient beaucoup de mucilage qui serait un obstacle à la combustion, parce qu'elle charbonnerait les mèches; on l'en délivre en y jetant environ un cinquantième de son poids d'acide sulfurique concentré (huile de vitriol, n° 403), en remuant la masse, et ajoutant de l'eau qu'on agite vivement avec l'huile. Après quelques jours, le mucilage se dépose sous forme de charbon. On tire ensuite à clair.

134. L'*huile de noix* s'extrait à peu près comme celle d'olive. On gaule les noix vers le mois d'octobre, on les bat pour les débarrasser de leur écorce nommée *brou :* cette écorce se détache d'ailleurs d'elle-même en séchant. On étend ensuite les noix dans un lieu sec pour qu'elles ne moisissent pas. Deux ou trois mois après, on casse ce noyau, et on en retire l'amande sèche et délivrée des débris de coquille. On porte de suite ces amandes au moulin, qui les réduit en pâte, et à la presse qui fait couler l'huile, précisément comme pour obtenir celle d'olive. On fait du feu avec le brou et les coquilles. Le tourteau, ou *pain de trouille*, sert à engraisser la volaille, à nourrir les bestiaux, etc.

L'huile vierge de noix est excellente à manger, surtout quand on s'est habitué à son goût de fruit ; mais elle se rancit très-promptement. En général, l'huile de noix est d'une grande ressource pour les pays de montagnes : elle sert à la lampe, et principalement à la peinture et à apprêter les étoffes.

135. Le fruit du hêtre est petit et triangulaire; on le nomme *faîne;* il est très-abondant dans certaines forêts, où il ne coûte que la peine de le ramasser. On en retire de l'huile très-bonne à manger, à brûler, etc., par les procédés ci-devant décrits.

136. Le fruit du pavot contient une multitude de petites graines d'où l'on retire, par les mêmes moyens, l'*huile d'œillette*, qui est blanchâtre, saine, douce, liquide, ayant peu de saveur, ne se figeant qu'à une basse température; elle ne rancit que très-lentement. C'est la même espèce de pavot qu'on cultive comme ornement dans nos jardins; le fruit contient un suc laiteux qui produit l'*opium*, substance vénéneuse, narcotique, enivrante, dont les Orientaux font un grand usage, et qui est administrée comme somnifère, calmant, etc. C'est un médicament héroïque; mais la graine, non plus que l'huile qu'on en extrait, ne participent en rien de ces vertus. L'huile d'œillette est d'un grand usage à froid et à chaud; et comme elle est à moitié prix de celle d'olive, les gens du peuple en font une grande consommation : les marchands mêlent ces huiles, fraude très-condamnable, et facile à reconnaître par des moyens physiques.

Beaucoup de plantes *crucifères*, c'est-à-dire à fleurs ayant quatre pétales en croix, ont des graines oléagineuses; le *colza*, la *navette* (qui sont des espèces de choux), la *moutarde*, la *cameline*, sont cultivés pour cette propriété. L'huile est retirée par les moyens déjà indiqués : on broie les graines sous la meule d'un moulin à huile; il en résulte une pâte qu'on enferme dans des sacs, et qu'on soumet à une pression forte et réitérée, en s'aidant de l'eau et de la chaleur : on clarifie ensuite par l'acide sulfurique. En Lorraine, on mange ces huiles; mais, le plus ordinairement, elles sont réservées à la combustion; ce sont principalement celles qu'on brûle à Paris dans les rues, les salons, les théâtres, etc.

137. Le lin, qu'on cultive dans les champs, pour en retirer la belle filasse qui sert à faire des toiles fines, des fils de dentelle, etc., porte des graines grosses et luisantes, d'où l'on retire une huile très-limpide. Cette huile est usitée pour l'éclairage, la peinture, etc. On commence par

torréfier cette graine pour détruire le mucilage de son écorce ; ensuite on livre au moulin et à la presse, comme précédemment.

138. Il y a des huiles qu'on appelle *siccatives*, parce qu'elles sèchent très-bien à l'air ; telles sont les huiles de lin, de noix, de chènevis et d'œillette : on les emploie en peinture, mais surtout la première, qui est la moins chère. On augmente la qualité siccative d'une huile en y faisant bouillir de la litharge ou du blanc de plomb (*Voyez* n°s 429 et 425). Ensuite on broie sous la mollette l'ocre ou la substance métallique qui fait la matière colorante, et on délaye avec une dose d'huile de lin, ou d'essence de *térébenthine* (*Voyez* n° 465), pour rendre la peinture facile à s'étendre avec une brosse. L'huile de lin s'emploie aussi pour les vernis gras destinés à peindre les carrosses, les lambris, etc. ; pour la fabrication des encres d'imprimerie, et en général toutes les fois qu'on exige une prompte dessiccation. Les *taffetas gommés* reçoivent leur enduit de plusieurs couches successives d'huile de lin lithargée. Les huiles d'olive, de colza, de navette, etc., ne sèchent jamais et sont appelées *grasses :* elles servent en horlogerie, en mécanique, etc., à graisser les parties frottantes.

Nous ne dirons rien ici des huiles de ricin, d'amandes douces et autres, qu'on n'emploie qu'en médecine ; on les extrait, par les procédés ci-dessus indiqués, du palma-christi, des graines d'amandier, etc.

Il y a encore les *huiles volatiles,* telles que celles d'anis, de lavande, de thym, de citron, etc. ; on leur donne ce nom à cause de leur odeur pénétrante, et de la facilité qu'elles ont à s'évaporer.

Eau, glace.

139. Considérons ce liquide comme boisson. La meilleure des eaux est celle de pluie ; elle est très-pure et aérée. Il en tombe à Paris environ 55 centimètres chaque année ; en sorte qu'en recueillant toutes les eaux pluviales d'un toit qui aurait 160 mètres carrés de surface, on trouverait moyen de suffire à la consommation journalière, de tout

genre, pour une famille composée de vingt personnes, à raison de dix litres par jour et par tête. Ces eaux doivent être reçues dans une citerne qu'on tient très-proprement, après les avoir filtrées dans un citerneau. Beaucoup de pays privés d'eau potable n'ont point d'autre moyen d'alimentation.

L'eau de rivière est ordinairement très-bonne; mais celle de certains ruisseaux, de sources, de mares, ne sont pas potables dans beaucoup de lieux. Leur goût désagréable peut être enlevé en les filtrant à travers une couche de charbon grossièrement pulvérisé : c'est ainsi qu'à Paris, il y a une entreprise qui fournit en tout temps des eaux limpides par ce procédé (*Voyez* ci-après). Mais lorsque l'eau contient, comme celle de beaucoup de puits, des sels dissous, elle n'est pas propre à cuire les légumes; elle affaiblit les lessives, et ne prend pas le savon; ce liquide est indigeste, et l'usage prolongé en est nuisible à la santé.

Pour l'usage domestique, l'eau est déposée dans des *fontaines*, vases dont nous parlerons plus loin.

Dans les pays chauds, l'eau garde habituellement la température de 18 degrés et plus; cette boisson est fade et désagréable : on la rafraîchit en la mettant dans des *alcarazas*; ce sont des vases poreux qu'on place dans des lieux à l'ombre et exposés au courant d'un air vif. L'eau suinte à travers le vase et s'évapore, ce qui abaisse assez la température de celle qui y reste pour la rendre très-agréable à boire.

La *glace* sert à tant d'usages, surtout pour les tables opulentes, que nous devons nous y arrêter. Dans nos climats, pendant l'hiver, la surface des eaux se gèle à une grande épaisseur; ailleurs, les hautes montagnes fournissent de la glace ou de la neige : il est très-avantageux de la conserver pour les jouissances de l'été, dans des lieux qu'on appelle *glacières*. En un lieu abrité du soleil, on creuse une fosse de 4 à 5 mètres de diamètre, en cône tronqué renversé, et de 6 mètres de profondeur. On fait un revêtement en pierre ou en charpente; on voûte et on bâtit un petit vestibule servant d'entrée. Si le terrain l'exige, on construit au-dessous un *puisard* pour perdre

l'eau de la glace fondue : on tapisse tout l'intérieur par des matelas de paille, substance qui conduit mal la chaleur. Pendant les rigueurs de l'hiver, s'il se peut par 8 à 10 degrés de froid, on remplit cette capacité de glace qu'on brise et qu'on pile : on y répand de l'eau qui se gèle et prend le tout en masse, en sorte que, pour la retirer plus tard, il faudra la casser. On évite surtout les courants d'air qui pourraient introduire la chaleur du dehors, et, en se renouvelant, fondraient beaucoup de glace.

Il faut dépenser une énorme chaleur pour opérer cette fonte; aussi la glace est-elle bien longtemps à plusieurs degrés sous zéro : et quand la terre communique assez de chaleur pour l'amener à zéro, la fusion commence, la glace reste isolée des murs qui l'ont touchée et fondue, et laisse un espace vide où l'air ne peut communiquer qu'extrêmement peu de chaleur, surtout s'il ne se renouvelle pas. Les glaciers des Alpes fondent un peu par-dessus, à cause des vents qui les touchent en été; mais c'est surtout par leur contact avec la terre échauffée qu'ils se résolvent en eau. Aussi faut-il plusieurs années pour amener au contact de la terre la neige qui tombe à une époque, et qui ne peut fondre que par cette communication.

Puits.

140. Pour creuser un puits, on commence par s'assurer, autant que possible, de la profondeur à laquelle on peut espérer de trouver l'eau, afin de calculer la dépense et de faire arriver les matériaux nécessaires à la construction : on présume cette profondeur d'après celle des puits voisins et la nature des localités. On creuse alors la terre sur un diamètre un peu plus grand que la bâtisse qu'on doit faire; on vide les terres à mesure, à l'aide de seaux et d'une poulie pendue à un trépied en perches (fig. 108). Il faut soutenir les terres avec des étais pour empêcher l'éboulement. Lorsqu'on a atteint un mètre ou deux au-dessous du niveau des eaux, on établit un *rouet;* c'est un assemblage en charpente de chêne destiné à porter la maçonnerie.

Quant à la bâtisse, elle se fait en pierre à l'ordinaire, qu'on monte circulairement et par étages jusqu'au niveau du sol; on y fixe la *mardelle* en pierre de taille. On établit ensuite sur le sol une poulie, ou une noria, ou une pompe, ou toute autre machine propre à puiser de l'eau, et un bassin, ou une auge, ou un réservoir pour la recevoir.

141. Les *puits artésiens* ou *fontaines forées*, sont construits sur des principes différents. On perfore le sol avec une tarière d'environ 8 centimètres de diamètre et 3 décimètres de gouge, en dirigeant l'outil verticalement. Ce *sondage*, qui se fait à de grandes profondeurs, exige ici quelques développements.

La sonde est composée d'un grand nombre de barres de fer de 3 à 4 centimètres d'épaisseur. Ces barres s'assemblent bout à bout, soit par des pas de vis qui entrent dans un trou taraudé, soit par un enfourchement d'un bout dans l'autre, retenu par des clavettes. La barre qui entre la première en terre est terminée par une tarière, ou un burin, ou un tire-bourre, etc., selon la dureté du sol qu'on veut percer.

Les *tarières* ont de 7 à 40 centimètres de largeur; elles sont en tôle épaisse. On varie les grosseurs de manière à agrandir successivement le trou. Les *trépans* traversent les argiles compactes; il y a des outils ou burins qui servent à briser les rocs par leur chute verticale, comme quand on fait sauter les rochers par l'action de la poudre à canon (*Voyez Mines*, n° 329), etc. Enfin, comme la sonde est sujette à casser en terre, on a des *arrache-sondes* qui vont saisir la branche cassée au fond du trou, et la ramènent en haut.

Pour soulever la sonde, on la suspend, par un anneau, à un cable qui passe sur la poulie d'une *chèvre* (*Voyez* fig. 108). Quand on veut creuser un puits artésien, on commence par fouiller un cylindre d'environ 15 décimètres de large sur 5 à 6 mètres de profondeur, et on boise ce puits pour en soutenir les terres. On établit un rouet en bois au fond du puits, et un autre en haut sur le sol; on bouche l'espace intérieur de ces rouets, de manière à n'y laisser qu'un vide circulaire, et que ces vides soient exac-

tement dans la même verticale, afin que la sonde descende juste comme il est nécessaire.

Chaque fois qu'on a perforé une partie de la terre, il faut, à peu près toutes les heures, nettoyer le trou. On remonte la sonde, et on substitue une curette à la tarière, pour ramener en haut les parties broyées et délayées.

Dans toutes ces opérations, il faut faire pirouetter la sonde sur son axe; et, pour ne pas tordre et détordre la corde, il faut que l'anneau de suspension soit libre de tourner sur l'axe. Ce mouvement de rotation est donné avec une manivelle. Quand on veut retirer la sonde, on l'enlève avec une chèvre (*Voyez* n° 514), jusqu'à ce qu'on arrive au premier nœud de jonction; on fixe la manivelle au-dessous, où elle sert d'appui sur le bord du trou, on détache la tige sortie, et on saisit la tête de la suivante, qu'on remonte à son tour; et ainsi des autres.

Il faut passer au *tubage* : on le fait avec des *buses* ou tuyaux de bois de 3 mètres $\frac{1}{2}$ de long sur 2 décimètres de diamètre, percées avec régularité et frettées aux deux bouts. Il y a en haut une ouverture circulaire pour recevoir le bout inférieur de la suivante. La buse qui entre dans la roche est pourvue d'un sabot de fer garni d'un cuir, pour empêcher le passage de l'eau. On suspend d'abord cette buse à la chèvre; on entre la seconde buse dans la première, en frappant de petits coups de mouton sur un bonnet dont on couvre la tête de celle-ci. On fixe des bandes de fer à la jonction des deux tiges. On ôte ensuite le bonnet, on entre une troisième buse, etc. Le tout descend par son poids.

Dans les terrains mous, on introduit des coffres ou tuyaux de fonte avant d'exécuter le tubage.

Le trou a ordinairement 17 centimètres de largeur, quand on veut y entrer des tuyaux de fonte ou de tôle. A une certaine profondeur, on poursuit le sondage à travers les argiles et le calcaire, en ne donnant au trou que 1 décimètre, et on y enfonce, jusqu'à la naissance des sources, des tuyaux de tôle ou de cuivre d'un diamètre un peu moindre. Ces tuyaux sont soudés bout à bout en introduisant un fer rouge dans leur intérieur, au point de jonction. L'espace

extérieur aux tuyaux de fonte ou de tôle est rempli avec des cendres, de l'argile..., de manière à éviter la communication des nappes d'eau qu'on peut trouver à divers étages. Avec du temps et des frais, on atteint de la sorte de grandes profondeurs, en allongeant la tarière par des tiges de fer vissées bout à bout, et employant des curettes pour retirer et enlever la terre. On a creusé, à Tours, un puits jaillissant dont la profondeur est de 122 mètres, et qui traverse deux couches d'eau; mais celui de Grenelle est d'une profondeur prodigieuse; il a plus de 500 mètres.

Lorsque la nappe d'eau qu'on atteint provient d'une source plus élevée que le sol, et retenue entre des lits imperméables, elle tend à remonter à son niveau et s'élève en jet plus ou moins abondant : on a ainsi une fontaine jaillissante, dont on dirige et utilise les eaux à volonté. C'est ce qui est arrivé sur la place de Saint-Denis, où le puits est creusé à 65 mètres 67 c. de profondeur, et traverse quatre nappes d'eau.

Mais si la nappe d'eau tire sa source d'un réservoir inférieur au sol, elle ne remonte qu'à la hauteur de la source, et on a seulement une nappe d'eau souterraine, dont on ne peut tirer parti qu'en creusant un puits jusqu'à cette profondeur, ou y établissant une pompe.

Il faut ajouter qu'il peut arriver qu'on creuse très-profondément sans rencontrer l'eau; c'est ainsi que le puits creusé chez M. Rotschild, à Surênes, a plus de 200 mètres de profondeur, et n'a produit qu'une dépense inutile.

On fait quelquefois des puits sans maçonnerie, en perforant le sol avec une tarière, comme pour creuser un puits artésien, et se bornant à atteindre la première nappe d'eau, niveau des puits voisins. Alors il est facile d'y enfoncer deux tuyaux de plomb, l'un pour y établir l'aspiration d'une pompe, l'autre pour laisser arriver l'air.

142. Un *puisard* est une excavation profonde pour boire les eaux qui s'amassent en suivant leur pente naturelle. On fait un revêtement en pierre pour que le trou ne s'obstrue pas, et on ménage, à la voûte, un regard pour y entrer t le net toyer.

Bouillon.

143. On fait bouillir de la viande, et principalement la chair du bœuf et du mouton, dans suffisante quantité d'eau; on y ajoute divers légumes, on sale et on écume : le liquide est le bouillon dont on fait les potages, et qui n'est guère nourrissant qu'à raison des légumes et du pain qu'on y ajoute : en effet, un litre de bon bouillon ne contient que 4 grammes environ de substance nutritive.

En faisant évaporer à feu doux le bouillon presque jusqu'à siccité, coulant dans des moules, puis séchant à l'étuve, on fait des tablettes qui, fondues dans l'eau bouillante, donnent un liquide très-agréable pour les personnes qui ne peuvent se passer de potage, et se trouvent dans des circonstances où elles ne pourraient facilement s'en procurer. Par économie, on fait ces tablettes avec du bouillon de tendons, d'os et de résidus de bœuf : mais ce produit est encore très-coûteux. On le remplace utilement par la gélatine qu'on retire des os à l'aide de la vapeur. (*Voyez* n° 420.)

Boissons.

144. L'usage de l'eau pure, surtout pour les ouvriers, et pendant la saison chaude, peut altérer la santé : les boissons fermentées, telles que le vin, le cidre, la bière, sont beaucoup préférables; mais le prix en est souvent trop élevé pour les pauvres, qui substituent à ces liqueurs divers composés.

Emplissez une *gueulbée* (futaille défoncée par un bout, et dressée) avec du raisin non foulé et bien mûr : remettez le fond, emplissez la pièce par la bonde avec autant d'eau qu'elle en peut contenir, et ajoutez-y un litre d'eau-de-vie. Cette liqueur fermentera, et, au bout de huit jours, on pourra en soutirer, pour la consommation, deux à trois litres qu'on remplacera par un égal volume d'eau. C'est ce qu'on appelle de la *piquette*, qu'on fait plus ordinairement avec du marc de vendange non pressé. Mais celle-ci est

moins agréable et n'a pas autant de durée. Peu à peu la piquette s'affaiblit, sans contracter aucun mauvais goût.

On fait aussi fermenter dans un tonneau toutes sortes de fruits mûrs et sucrés, baignés dans l'eau, tels que les poires, pommes, qu'on coupe par morceaux, en ôtant les parties pourries ; les groseilles, groseilles à maquereau, cerises, guignes, etc. L'usage des pommes séchées au four, et mises en fermentation dans l'eau, a été souvent pratiqué, à Paris, par les ouvriers pauvres.

Pendant les chaleurs, les boissons acidulées sont très-saines, pourvu qu'on en use modérément. Une petite quantité d'acide sulfurique jetée dans beaucoup d'eau, donne une boisson très-peu coûteuse et assez agréable : le vinaigre est encore préférable. Les acides tartrique, oxalique, citrique, étendus d'eau et édulcorés avec du sucre, forment des *limonades* très-utiles, qui remplacent le suc ou le sirop de citron.

Fontaines.

145. La fontaine commune est un vase conique en cuivre étamé, ou en poterie dite de grès, porté par un trépied sur la base étroite du cône, où est percé un trou avec robinet pour soutirer l'eau. Un faux fond, posé en dedans, laisse une chambre inférieure où l'eau se rassemble, et sur ce faux fond, on dispose une couche de sable qui arrête l s impuretés. L'eau se filtre grossièrement à travers le sable, et y dépose, par le repos, les matières terreuses qu'elle contient.

Quant au robinet, on le fixe avec un mastic composé de quatre parties de résine, une de cire, fondues ensemble, et huit de brique pilée et tamisée.

La *fontaine filtrante* est un vase en pierre de liais ou en marbre, de la forme d'un parallélipipède, dont les joints sont bien lutés avec le mastic de fontainier : on la pose sur un trépied. Dans l'intérieur, on sépare, sur l'un des côtés du fond, une chambre, à l'aide de deux tablettes en grès poreux, qu'on lutte exactement aux parois. L'eau qu'on

verse dans le vase passe, par sa pression, à travers les pores, et remplit cette chambre. On a soin d'y laisser circuler l'air, en fixant un tube en fer-blanc, dans un angle, tube qui est ouvert en bas dans la chambre, et en haut au dehors. Il y a deux robinets pour retirer, l'un l'eau filtrée, l'autre l'eau non filtrée. Il faut, de temps à autre, nettoyer avec une brosse ces pierres filtrantes, qui se chargent des substances terreuses tenues en suspension dans l'eau. De l'acide chlorhydrique très-étendu d'eau nettoie parfaitement le filtre, en rongeant un peu la pierre.

La propriété qu'a le charbon en poudre de délivrer l'eau qui s'y filtre de toute saveur, quelque repoussante qu'elle soit, a donné l'idée des *filtres Cuchet*. La fontaine a, comme ci-dessus, un faux fond, une chambre inférieure, et son robinet. Ce faux fond, en fer-blanc, est criblé de trous, et on y tasse une couche de grès pilé : par-dessus, on met un lit de 3 décimètres environ de poudre de charbon et de grès bien mêlés, et par-dessus encore une couche de grès pilé, et un diaphragme percé. L'eau qu'on jette dans la fontaine ne descend dans la chambre d'en bas qu'après s'être filtrée à travers ces lits superposés, et est non-seulement très-limpide, mais privée de saveur. Un grand établissement est monté aux Célestins sur ce principe, pour clarifier et dépurer les eaux de la Seine; il alimente les tables les moins recherchées de Paris. Les sédiments qui salissent les eaux des rivières, rendent ces eaux insalubres; la filtration en grand a fait naître divers procédés ingénieux, que faute d'espace nous ne pouvons décrire. Nous exposerons seulement l'appareil de Fonvielle, adopté par la Compagnie française de filtrage.

Un tonneau vertical, fortement cerclé en fer, reçoit l'eau par des tuyaux qui l'amènent d'un réservoir élevé de plusieurs mètres au-dessus. Des poudres de grès, des cailloutis et autres matières filtrantes sont serrés entre deux disques en bois percés de trous, et ces filtres sont disposés horizontalement dans le tonneau, laissant des espaces libres entre eux. L'eau arrivant dans l'une de ces chambres, et pressée par la charge de la colonne du réservoir, est forcée de traverser le filtre et de passer dans la chambre opposée.

Des tuyaux qui aboutissent à ces chambres permettent l'entrée et la sortie du liquide; l'eau se trouve ainsi débarrassée de toutes ses impuretés, qu'elle abandonne dans le filtre. Pour enlever celles-ci, on se sert d'un moyen ingénieux, consistant à faire arriver l'eau en sens contraire, et à y produire des secousses et des trépidations, en ouvrant et fermant alternativement les robinets des tuyaux d'entrée et de sortie. L'appareil, sans avoir besoin d'être démonté, est de nouveau rendu propre au filtrage; il sert des années entières à cet usage.

Vin.

146. Le vin est une liqueur fermentée, qui sert de boisson à une grande partie des peuples de l'Europe, et même du monde entier; la religion musulmane en défend l'usage. On fait le vin avec le jus du raisin, fruit de la vigne. Nos départements septentrionaux sont privés de ce genre de production; mais le vin est une des grandes richesses de notre heureux climat. D'autres contrées produisent des vins très-estimés; mais les unes, trop chaudes, donnent des vins épais et liquoreux, moins délicats que les nôtres, et qu'on ne peut boire en ordinaire; d'autres pays, trop froids, ont des vins plats et sans esprit, que l'habitude seule fait trouver agréables.

Tous les peuples s'accordent à regarder les vins de France comme les plus fins et les plus aromatiques du monde. La Champagne est renommée pour ses vins mousseux, et il s'en fait un grand commerce à Épernay, Aï, Sillery; les vins de clos Vougeot, Pomard, Nuits, Beaune, Auxerre, Mâcon, en Bourgogne, sont très-recherchés, aussi bien que les vins blancs de Meursault, Chablis...... Les vins de Côte-Rotie, Saint-Péray, Condrieux et l'Hermitage, près Tain, de Saint-George, Tavel; les muscats de Frontignan et de Lunel, près du Rhône; les vins d'Arbois et de Salins, en Franche-Comté; les nombreux vignobles de Bordeaux, et les vins blancs de Sauterne et de Langon, sont l'objet d'un immense commerce, etc. On renomme, à l'étranger, les vins du Rhin, près de Mayence;

ceux de Tokai, en Hongrie; ceux de l'île de Madère; de Constance, au cap de Bonne-Espérance; de Xérès, Malaga, Rota, Alicante, en Espagne; de Setuval et d'Oporto, en Portugal; d'Asti, de Montefiascone, de Lacryma-Christi, de Cap-Corse, en Italie, etc.

Voyons à suivre les procédés de fabrication de cette boisson.

Lorsque le raisin est parvenu à sa maturité (vers les mois de septembre ou octobre, ou même plus tôt dans le midi de la France), on cueille ce fruit de la vigne : cette opération s'appelle la *vendange*; c'est une partie de plaisir dont on fait une fête de famille. Seulement, comme elle ne laisse pas d'être fatigante, et qu'il faut la faire rapidement, on y emploie des ouvriers payés. On appelle *ban de vendange* l'annonce du jour où se fera la cueille; chaque vignoble prend le sien. Ce ban a pour objet de réunir sur les lieux un grand nombre d'ouvriers, afin que la vendange ne dure qu'un jour ou deux; et aussi d'empêcher un propriétaire de vendanger avant les autres, ce qui donnerait lieu à des dégâts, ou même à des larcins. Comme il y a des inconvénients à mêler dans une même cuve les produits de la cueille de plusieurs jours successifs, parce que la fermentation des raisins ainsi mêlés serait mal gouvernée, on a soin d'accélérer le plus qu'on peut la cueille.

Chaque vendangeur, armé de ciseaux ou d'une serpette, coupe les grappes et les jette dans un panier, passant successivement de cep en cep. Un autre ouvrier, le dos chargé d'une hotte, vient y recevoir les produits de la cueille et les porte dans des *gueulbées:* ce sont des tonneaux sans fond supérieur, où les raisins sont jetés et même *foulés à vin*. Ces hottes sont construites en osiers très-serrés, pour que le liquide ne s'écoule pas en route; on les a abreuvés d'avance avec de l'eau, ainsi que les gueulbées, pour en bien serrer les joints. Les hotteurs viennent se décharger, et quand une charretée est remplie, on apporte la cueille au lieu où se trouve la cuve.

Cette cuve, de capacité proportionnée à la récolte, environ 20 à 30 hectolitres, plus ou moins, est cerclée en

fer, à douves exactement jointes, sans fuites, et établie à rez-de-chaussée; elle est percée, près de son fond, d'un trou rond, où l'on entre un gros tube de bois appelé *cannelle:* ce tube est fortement arrêté, par une corde et des clous, à la cuve, pour résister à la poussée du liquide, et bouché par une grosse cheville. On dispose, dans la cuve, au devant du trou, un petit fagot de sarment, retenu par des pierres, pour empêcher les grains d'obstruer le conduit.

Pour apporter le raisin dans la cuve, on charge le botteur aux dépens des gueulbées, et celui-ci porte les raisins à un homme qui est au bord de la cuve et l'aide à s'y décharger. Quand la cuve est suffisamment pleine, et le plus tôt possible, on foule la vendange; il importe, comme on l'a dit, de ne pas laisser commencer la fermentation avant le foulage, pour ne pas mêler ensemble des sucs fermentés à différents degrés. Un homme nu descend dans la cuve, et pile les raisins avec ses pieds: les grains écrasés rendent leur jus, et la pelure ne tarde pas à flotter. Il faut conduire le foulage avec promptitude et soin, écraser, autant que possible, tous les grains, et les détacher de la rafle.

Dans quelques lieux, on jette les raisins sur une claie placée sur la cuve, et on fait le foulage; ensuite on laisse tomber le marc, et même quelquefois on sépare les rafles et les grains non mûrs avec des griffes en bois. C'est une très-bonne pratique, parce que la rafle donne de la dureté au vin, et que les mauvais grains le gâtent. On jette de l'eau sur ces rebuts, et on en fait de la boisson. Dans d'autres pays, au contraire, on laisse les rafles, parce qu'elles hâtent la fermentation et rendent le vin de garde.

La masse ainsi écrasée est abandonnée à elle-même, en maintenant une température douce dans la salle; car le froid arrête la fermentation. Aussi, pour la déterminer, faut-il quelquefois tirer plusieurs chaudronnées de jus et les faire bouillir, pour qu'en rejetant le jus dans la cuve, la chaleur s'y puisse répandre. Ce procédé est surtout utile quand le raisin n'est pas complétement mûr, ou que la pluie a tombé sur les raisins pendant la vendange: cette

eau rend le jus plus paresseux à bouillir par la fermentation, et affaiblit le vin. Il faut donc la faire évaporer.

Les peaux, les pepins, les grains encore entiers, forment ce qu'on appelle le *marc*, qui flotte sur le jus, nommé *moût.* Il est bon de couvrir la cuve avec un couvercle de bois ou avec des couvertures de laine, pour conserver la chaleur que la fermentation ne tarde pas à développer; car elle se décide dès le premier jour, quand le thermomètre marque environ 15 degrés de Réaumur; le plus ordinairement ce n'est que le second ou le troisième jour, ou même plus tard, selon la maturité, la température, etc. On dit que la *vendange bout* quand elle s'élève de 12 à 28 degrés de chaleur, laissant échapper, avec un peu de bruit, une multitude de bulles d'air qui soulèvent le marc, comme si en effet le liquide était en ébullition sur le feu. Cet air est du *gaz acide carbonique,* le même qui se dégage de la combustion du charbon. Ce gaz est impropre à la respiration, et quand l'air en renferme une trop forte proportion, on en est *asphyxié*, c'est-à-dire étouffé, à peu près comme lorsqu'on se noie.

Ce gaz, échauffé par la fermentation, s'élève; mais comme il est plus lourd que l'air; en se refroidissant, il retombe dans les parties inférieures du cellier, où l'on ne reste pas sans danger pour la vie, à moins qu'un courant d'air n'emporte ce gaz : une chandelle s'y éteint. Il faut que la salle où est la cuve soit bien close, pour entretenir la chaleur nécessaire à la fermentation, dans une saison ordinairement froide; lorsqu'on veut entrer dans cette salle, on a soin de laisser renouveler l'air et d'user de précautions. On peut y rester sans crainte, lorsqu'une chandelle allumée ne s'y éteint pas.

147. Le moût de raisin est limpide et sucré : c'est du *vin doux*; mais bientôt la fermentation le trouble et fait disparaître le sucre, pour créer, en place, de l'*esprit-de-vin,* que les chimistes appellent *alcool.* Les principes du moût, savoir, le *sucre* et le *ferment* qui étaient renfermés dans le fruit, recevant le contact de l'air, après le foulage, il se fait une réaction; ils se désunissent pour former le gaz carbonique qui se dégage, et l'alcool, qui reste dans la

liqueur, le tout en développant de la chaleur. Sous la température de 15 degrés, la fermentation du moût commence très-vite, et marche rapidement. Elle est souvent plus lente à se décider, et s'accomplit en deux, trois, et jusqu'à huit et dix jours, selon l'état du moût, de la saison, du local, etc. On reconnaît que le vin est fait quand la liqueur n'est guère plus chaude que l'air, qu'elle est à peu près claire, qu'il ne se dégage que très-peu de gaz, et qu'enfin elle n'est plus sucrée. Lorsque la masse est peu considérable, l'opération marche lentement, et les résultats sont médiocres. Le vin fait dans de grandes cuves remplies de vendange est toujours meilleur et plus tôt fait.

148. L'alcool se forme aux dépens du sucre qui existe dans le raisin; aussi, plus la vendange est sucrée, et plus le vin doit être *généreux*, c'est-à-dire riche en alcool. Dans nos départements du Midi, comme le raisin est très-sucré, et que le ferment n'y existe pas en assez grande abondance, le vin conserve toujours la saveur du sucre : la fermentation dure un, deux mois et plus, sans être complète, malgré la chaleur du climat. On laisse le moût sous son marc, dans la cuve, sans que le sucre se change totalement en alcool. Aussi la plupart des vins d'Espagne sont-ils un composé de sucre et d'esprit-de-vin, pourvu de l'arome propre au terroir.

Mais dans la Champagne, la Bourgogne, l'Orléanais, comme le raisin contient peu de sucre, il faut arrêter l'action du ferment excédant, sans quoi la fermentation se continuerait aux dépens de l'alcool déjà formé, qui se convertirait en vinaigre. Il faut cependant que le vin puisse se garder un ou deux ans au moins, ce qui oblige à prolonger la fermentation. D'ailleurs ce n'est qu'un peu tard que la matière colorante de la peau du raisin noir se détache, et donne au vin sa belle couleur. Ainsi, on laisse prendre au vin un peu d'acescence sous le *chapeau* de la vendange, ou même en forçant ce chapeau de descendre dans le vin.

Le sucre qu'on ajoute au raisin pendant la fermentation donne au vin beaucoup de qualité, dans les pays froids, en le rendant plus généreux : mais il n'en change pas l'arome, ni les éléments acides.

Quand le moût est bien coloré, presque froid, pas sucré, à peu près clair, on décuve. Pour cela, on ôte la cheville de la cannelle, et le fluide s'écoule dans un petit cuvier placé au-dessous : on puise avec des seaux et on entonne ce vin, qui est le meilleur de la cuvée; il est appelé *mère-goutte*. Les futailles sont ensuite rangées à la cave ou dans un cellier, la bonde ouverte et tournée en dessus : on recouvre l'orifice d'une feuille de vigne maintenue par une pierre. Comme une fermentation lente se fait encore, on laisse cette issue aux gaz qui s'échappent, et on a soin de remplir, de temps à autre, la futaille pour réparer les pertes. Quinze jours après, on enfonce la bonde, en l'entourant d'un chiffon.

149. Quant au marc qui reste dans la cuve après le soutirage, il contient encore beaucoup de vin qu'on tire par expression. Cette opération doit suivre immédiatement la précédente, parce qu'alors la fermentation marche très-vite à l'acescence. On charge ce marc dans des gueulbées, et on le porte au pressoir (*Voyez* n° 525). Ce vin est de moindre qualité : on l'appelle *pressurage*.

Au lieu de soumettre le marc de raisin à l'action du pressoir, on en fait aussi du *râpé*, en versant de l'eau dans la cuve par petites quantités, et laissant un intervalle de douze heures à un jour entre les doses, pour que la fermentation renaisse. Quand on s'aperçoit qu'elle s'apaise, on soutire dans des tonneaux. Cette boisson est assez agréable et rafraîchissante; on la peut conserver jusqu'au printemps. Le râpé se fait aussi en repassant un vin usé et affaibli sur les raisins triés. Pour faire du râpé de copeaux, on remplit un tonneau avec des copeaux neufs en bois de hêtre, on les imbibe d'excellent vin, et on y mêle le vin qu'on veut ranimer ou éclaircir.

La *piquette* se fait en entonnant le marc dans des gueulbées qu'on ferme hermétiquement : on jette de l'eau sur ce marc, et on en fait une boisson qui dure jusqu'en avril et mai, en ajoutant autant d'eau par-dessus le marc qu'on en retire successivement de potées pour l'usage journalier. On continue de la sorte à se procurer du *petit vin* jusqu'à ce que la liqueur soit tout à fait affaiblie.

Il y a des cantons où l'on fait le vin en portant de suite les raisins de la vendange au pressoir, et entonnant le jus pour le livrer à la fermentation. Mais comme la matière colorante est dans l'écorce du raisin, on n'a ainsi que du vin blanc. Le marc sert ensuite à faire de la piquette. Dans beaucoup de pays, on ne fait pas autrement le vin blanc. Ailleurs, on se contente de rassembler les raisins non colorés dans une cuve, de les presser grossièrement, d'entonner le jus avec une partie des peaux et des graines qui coulent de la cannelle. Ces corps étrangers sont ensuite chassés par le mouvement de fermentation, et ils s'écoulent par la bonde qu'on laisse ouverte pour la sortie des gaz, en ayant soin de tenir la futaille constamment pleine. Au bout de quelques jours le mouvement s'apaise, on ferme la bonde pour arrêter la fermentation : car celle du vin blanc est toujours incomplète. On peut aussi se servir de raisins noirs ; mais il ne faut laisser aucune peau dans le fût.

150. C'est vers février ou mars qu'on soutire le vin avec un siphon ou un robinet, pour le changer de futaille, et le débarrasser de son dépôt qui pourrait l'aigrir à la longue. On le laisse en repos, entretenant toujours le tonneau plein. Il faut, chaque fois qu'on soutire le vin, que les cercles de la nouvelle futaille soient en bon état, et qu'elle soit abreuvée sur les deux fonds, pour gonfler le bois et éviter les fuites. On verse de l'eau dans le tonneau, qu'on place ensuite debout, et on jette de l'eau sur le fond supérieur. Le lendemain, on renverse toute cette eau, et on entonne le vin.

Le *vin cuit* est le suc de raisin qu'on fait bouillir pour empêcher la fermentation et conserver la saveur sucrée. On aromatise cette liqueur avec diverses substances.

Avant de mettre le vin en bouteilles, il faut bien rincer celles-ci, et clarifier le vin, soit avec une dissolution de colle de poisson ou de gélatine, soit avec des blancs d'œufs battus dans du vin. On agite le tout dans le tonneau avec un bâton, et le mucilage tombe, par le repos, entraînant tout ce qui trouble la liqueur.

151. On *mute* les vins dont on veut arrêter la fermenta-

tion ; les blancs sont plus souvent soumis à ce procédé : voici en quoi il consiste : On brûle dans la futaille vide un linge soufré : on recommence ensuite la même opération quand le tonneau est au tiers rempli, et aussi quand il est presque plein. On agite chaque fois la liqueur pour faciliter l'absorption du gaz acide sulfureux. Pendant que le soufre brûle, on tient la bonde fermée.

152. Par la fermentation lente et le repos, il se forme dans le tonneau un dépôt appelé *lie*, dont il faut débarrasser le vin en le soutirant. La *baissière* est le vin qui touche immédiatement à la lie, s'aigrit et s'évente, et sert à faire du vinaigre. La lie est un dépôt formé de mucilage, de matière colorante, et d'un sel qu'on appelle *tartre*, *crème de tartre* : ce sont les produits du repos et de la fermentation lente.

Quand un vin menace de tourner à l'aigre, on le *ouille*, c'est-à-dire qu'on le tourne et l'agite fréquemment, pour le mêler de nouveau à sa lie. Pour quelque temps encore, ce mélange redonne de la vigueur au vin.

153. Le *vin mousseux* se fait en mettant le vin blanc ou rosé en bouteilles au mois de février, époque où la fermentation est encore incomplète ; et on la ravive en ajoutant du sucre dans le vase, dont on arrête le bouchon avec du fil de fer et de la ficelle. Enfin, on trempe le bout du goulot dans un mélange en fusion de résine et de cire. Le gaz acide carbonique. qui se forme, reste dissous dans la liqueur, et s'échappe impétueusement avec elle, en chassant le bouchon, quand les liens sont rompus.

On fait, par les mêmes procédés, un vin capiteux avec différents fruits, tels que les cerises, groseilles, merises... Il y a des vins fabriqués du Cap, de Malaga, de Xérès, de Madère... On compose ces boissons avec de l'eau-de-vie et diverses substances aromatiques et sucrées ; mais il ne faut pas être bien gourmet pour s'y laisser tromper.

Le moût de raisin bouilli avec des poires, des pommes, etc., fait une confiture appelée *raisiné*. En général, l'ébullition a la propriété de détruire le ferment.

Cidre, Poiré.

154. Le cidre est la boisson ordinaire de la Normandie et de plusieurs autres pays ; c'est, à proprement parler, un vin fait avec des pommes. On n'emploie pas les *pommes à couteau*, qui trouvent un plus avantageux emploi dans les desserts, mais des pommes petites, à saveur acerbe, fleurissant assez tard pour ne pas craindre les gelées du printemps, et qui, enfin, rendent beaucoup de suc. On les gaule quand elles sont presque mûres, et on les réunit en tas dans un lieu sec, où elles ressuient leur humidité, et éprouvent une sorte de fermentation.

C'est ordinairement en septembre et octobre qu'on porte les pommes au pressoir. D'abord elles sont écrasées sous la meule (n° 542), puis aussitôt après mises en presse. Le moulin est le même que celui qu'on emploie pour faire l'huile de graines; c'est une meule tournante sur le fond d'une auge circulaire (fig. 114). Rarement on se dispense d'ajouter un $\frac{1}{20}$ d'eau, encore est-ce la liqueur ainsi obtenue qu'on appelle *gros cidre* on *cidre pur*; car le plus souvent on en verse beaucoup plus.

Quand les pommes sont bien écrasées, on porte la pulpe sur la *maie* d'un pressoir, savoir par couches successives d'un décimètre d'épaisseur, séparées par des *gluis*, ou lits de paille. Quand la masse est à peu près cubique, on la couvre d'une table en bois, et de madriers sur lesquels on fait agir la vis du pressoir (*Voy.* fig. 110 et 111). Le jus passé par un tamis de crin est reçu dans un tonneau.

Le jus de cette première pressée est le plus fort et le plus généreux ; on le réserve pour les tables délicates, ou pour la distillation : il est excellent et susceptible d'être gardé sept à huit ans. Souvent on le mêle aux deuxième et troisième pressées, comme boisson de ménage. Pour faire celles-ci, on enlève les gluis, on taille le marc, on y ajoute de l'eau, et on manœuvre le pressoir.

Le jus de pommes contient, comme celui du raisin, le ferment et le sucre nécessaires à la fermentation : aussi

s'établit-elle dans les cuves où on le verse, et quoiqu'elle soit plus lente que celle du vin, elle se prononce bientôt, surtout si le lieu est échauffé. Plus la cuve est grande et contient de jus, et mieux l'opération marche. Le cidre est d'abord très-sucré, et si, dans cet état, on le met en bouteilles, il prend la pétulance, la mousse et le feu du vin de Champagne; mais comme il ne serait pas propre à servir de boisson ordinaire, on laisse achever la fermentation. La liqueur prend alors un goût vineux, une couleur jaune rougeâtre franche et sans trouble; elle peut se conserver deux ans dans cet état.

On ne met le cidre en bouteilles que vers les mois de mars ou avril; mais communément, on ne prend pas ce soin. On verse la liqueur dans de petites futailles, et on puise à même avec un robinet. Il est même assez ordinaire qu'on l'allonge, par économie, avec au moins moitié d'eau. On conçoit que cette boisson, qui est d'abord bonne à boire et très-saine, acquiert, par cette pratique, une saveur aigre, désagréable; les étrangers sont en général mécontents d'un pareil breuvage; aussi est-il rare, en Normandie, de voir servir de bon cidre sur les tables des aubergistes et même des habitants aisés. Ils sont habitués à boire ce cidre dont ils vantent le goût, qu'eux seuls peuvent supporter. Du reste, le cidre est réellement une excellente boisson, quand il est gouverné avec soin, qu'on ne laisse pas trop longtemps les futailles en vidange, et qu'on ne le coupe d'eau qu'avant la fermentation, et en faible proportion.

Le marc sert à nourrir les cochons, ou comme engrais.

Le *poiré* est un cidre fait avec des poires; il est limpide, très-alcoolisé, moins sain et moins estimé que le cidre. Il se fait de la même manière.

Bière.

155. La bière est la boisson ordinaire des habitants de la Grande-Bretagne, du nord de l'Europe, et de presque tous les pays où la vigne ne peut prospérer. Elle peut se faire avec le blé, le seigle, l'avoine, et toutes les graines de cé-

réales; mais on ne se sert que d'orge, qui est la moins chère de toutes. Le *maltage* consiste à laisser macérer l'orge deux ou trois jours dans l'eau ; quand elle est renflée et molle, elle a acquis, par la fermentation, une saveur sucrée. On la répand sur un plancher sec, par monceaux qu'on retourne fréquemment pour égaliser partout la chaleur que développe la fermentation. Le grain pousse alors des germes. On le retire du *germoir*, pour le porter, sur des claies, dans une étuve, nommée *touraille*, où le grain achève de pousser ses germes : c'est un lieu échauffé par un fourneau : on y remue le grain, on le dessèche et on le moud en farine grossière. En cet état, il prend le nom de *malt* ou *drèche*.

Le *brassage* est l'opération par laquelle on remue, avec des rames, le malt, dans une tonne contenant de l'eau bouillante; c'est de là que les fabricants de bière tirent leur nom de *brasseurs*. L'eau s'ajoute au grain à diverses reprises, jusqu'à ce que la tonne soit remplie. On soutire l'eau, et on en brasse d'autre sur la drèche; on réunit ces deux eaux ensemble. Tout cela dure plusieurs jours. On verse la liqueur dans une chaudière, en y ajoutant du houblon.

Le houblon est une plante grimpante, dont les fleurs viennent en une petite boule formée d'écailles foliacées : sous ces folioles est une substance aromatique et amère qui communique à la bière une saveur particulière.

On couvre la chaudière, et on la fait bouillir à feu modéré; après quoi, on verse la liqueur dans un récipient où elle s'épure, et de là dans des conduits où elle se refroidit. Lorsqu'elle n'est plus que tiède, on la met fermenter dans une grande cuve ouverte, en y ajoutant de la *levure* de bière, qui est l'écume produite dans la précédente fermentation. Cette levure attaque le sucre contenu dans la liqueur et le change en alcool par la fermentation, comme le ferment opère dans la fabrication du vin et du cidre : seulement le ferment existe tout formé dans ces dernières liqueurs, tandis qu'il faut l'ajouter à la bière.

Lorsque la fermentation est bien en train, on entonne, et on la laisse achever; le bouge restant ouvert, l'écume

se dégage avec le gaz carbonique, et forme cette levure dont on a déjà parlé. Quand le mouvement s'est apaisé, la bière est faite : il ne reste plus qu'à mettre la bonde, à porter au domicile, et à clarifier avec une dissolution de colle de Flandre. On met ensuite en bouteilles, et il s'y développe une fermentation lente, qui donne à la liqueur la faculté de mousser, et même quelquefois de briser les vases où on l'enferme.

La bière est une boisson saine et rafraîchissante. On en fait de différentes espèces, selon les doses de malt, de houblon, et d'aromates qu'on y emploie. L'art du brasseur, surtout dans les contrées où on ne boit que de la bière, exige beaucoup de soins, de propreté et de talent. Il s'en fait en Angleterre des quantités qui passent l'imagination; on l'exporte dans tous les lieux du monde.

Pour une brasserie, il faut beaucoup d'espace et de matériel, en cours, hangars, cuves, fourneaux, caves, etc. Les cuves sont en cuivre et contiennnent de 50 à 1,000 hectolitres et plus : elles sont scellées dans la maçonnerie des fourneaux. Toutes les opérations marchent à la fois, pour que la fabrication ne soit jamais interrompue.

Comme la levure fermente vite, lorsqu'on a cessé l'ouvrage pendant quelques jours, elle devient aigre et n'est plus d'usage. On la peut remplacer par du levain de pâte. (*Voyez* Pain.)

Il y a des brasseurs qui, par économie, remplacent le houblon par des substances amères, telles que l'absinthe, la gentiane, etc.; mais la bière n'est pas de garde, et est privée de l'arome qui la rend si agréable au goût.

L'eau de rivière, de pluie, et même de puits, est propre à faire la bière. Quant à la *drague*, qui est l'orge restée dans le bassin après l'opération, on la donne aux chevaux, aux vaches, aux cochons....

Eau-de-vie, Esprit-de-vin, Alcool.

156. Nous avons dit que l'esprit-de-vin ou alcool se forme par la fermentation des matières sucrées, sous l'in-

fluence de la chaleur, de l'eau, du ferment et de quelques autres circonstances : cet alcool reste engagé dans la masse du vin, du cidre, de la bière. On l'en retire par une opération appelée *distillation;* voici en quoi elle consiste.

On a un *alambic* (fig. 31, 32 et 33) d'une capacité convenable : c'est un vase A en cuivre étamé, rond, aussi haut que large, nommé *cucurbite,* surmonté d'un *chapiteau* BD sans fond, lequel la recouvre et la ferme hermétiquement : la base D emboîte exactement le haut C de la cucurbite, en la coiffant, les deux couronnes C et D étant ajustées de manière que l'une entre exactement dans l'autre. Ces deux capacités communiquent ainsi ensemble, comme si elles ne formaient qu'un seul vase fermé. Un *serpentin* ou tuyau d'étain FIH, roulé en spirale, part du chapiteau E, et s'étend dans un récipient IH plein d'eau froide : on entre le tuyau E dans le tuyau F, qui s'y adapte juste et sans fuite. Ensuite on fait du feu sous la cucurbite A, dans laquelle on a mis le liquide qu'on veut distiller : la chaleur le vaporise, et les vapeurs vont se condenser, tant sur le chapiteau que dans le serpentin, d'où le liquide sort en gouttelettes par le conduit à robinet H, et est reçu dans un vase. Le haut B du chapiteau est un bonnet creux dans lequel on met du charbon en poudre, ou de l'eau froide.

Comme l'esprit qui existe dans le vin et les liqueurs fermentées est plus volatil que ces liquides, c'est lui qui s'évapore le premier, et produit ce qu'on appelle de l'*eau-de-vie;* c'est de l'alcool chargé d'eau, entraînée avec elle par l'opération. En continuant la distillation, les vapeurs deviennent de plus en plus aqueuses, parce que l'esprit est moins abondant dans la chaudière; les produits vont donc en s'affaiblissant de plus en plus, et on a intérêt à arrêter le feu, à une certaine époque ; d'autant plus que l'épaississement des matières dans la cucurbite ferait prendre aux vapeurs une odeur désagréable qui se communiquerait à l'esprit.

L'eau-de-vie qu'on retire par ce procédé est coûteuse, à cause du temps et du combustible qu'on dépense : dans le midi de la France, où ce genre d'industrie est pratiqué en grand, on se sert d'un appareil très-compliqué, inventé par Adam, à l'aide duquel un seul foyer suffit pour vaporiser

une énorme quantité de vin. Les vapeurs viennent se condenser dans du vin qui s'échauffe en s'enrichissant d'alcool, et qu'on distille à son tour. Les travaux d'Isaac Breard, de Solimani, de Derosne, ont amené cet art à un grand degré de perfection.

On distille, en France, une grande quantité de vin; à Montpellier, Orléans, Cognac, etc., c'est une industrie très-importante. L'alcool contenu dans le vin y est plus abondant que dans d'autres liqueurs, et a un goût particulier qui lui donne plus de valeur : c'est ce qu'on appelle *brûler le vin*. Tous les vins peuvent ainsi être soumis à la distillation; mais il n'y a que ceux qui sont généreux, et surtout ceux qu'on ne pourrait vendre en nature, qu'on exploite de cette manière. Les gros vins du Midi, dont la saveur est dure et qui ont un goût de terroir, sont consacrés à cette opération. Mais on se garde bien d'y soumettre les vins délicats et chers de Bourgogne, de Bordeaux (*), etc.

Avec l'alambic ordinaire, on peut obtenir d'une seule chauffe de l'eau-de-vie à 19 degrés de l'aréomètre de Baumé, appelée dans le commerce *preuve d'Hollande* : mais avec les nouveaux appareils, on obtient des esprits aussi purs qu'on le désire d'une seule opération. On donne le nom d'*alcool* à cette substance quand elle ne contient qu'une très-petite quantité d'eau : l'*esprit-de-vin* contient plus ou moins d'eau, selon sa force ou son degré : l'*eau-de-vie* en contient assez pour devenir potable. Et de même qu'en distillant celle-ci plusieurs fois successives, on peut l'amener à l'état d'alcool, on peut aussi, en ajoutant de

(*) La quantité d'alcool qu'on peut retirer du vin varie avec le terroir où la vigne croît, l'année, les circonstances atmosphériques qui ont concouru avec la vendange et la fermentation. On a trouvé, pour terme moyen, que l'hectolitre de vin contient en alcool,

A Bordeaux,	de 13 à 16 litres.	L'Hermitage,	12 1/3 à 17 1/3 litres.
En Bourgogne,	de 12 à 14 1/2.	Madère,	19 1/3 à 24 1/3.
En Champagne,	11 environ.	Malaga,	17
A Constance,	22.	Oporto,	25 à 26.
Côte-Rôtie,	12 1/3.	Roussillon,	17.
Frontignan,	13.	Tokai,	10.

l'eau à l'esprit-de-vin, le changer en eau-de-vie : seulement l'arome qui caractérise celle-ci a disparu.

L'alcool est un liquide limpide, âcre, odorant et volatil : il bout à la température de 58 degrés de Réaumur : on l'enflamme aisément. Cette substance est identique, quel que soit le liquide fermenté dont on l'extrait (vin, bière, cidre, grains, etc.); mais l'eau-de-vie n'est pas dans le même cas, à raison des vapeurs aqueuses qui s'y trouvent combinées, et qui lui donnent un goût particulier. Celle qu'on extrait du sucre et de la mélasse est appelée *rhum;* le *rack* se retire du riz; l'eau-de-vie de grains se retire des liqueurs où l'on a fait fermenter des graines de céréales; le *kirsch-wasser* est obtenu de la distillation du vin de cerises et de prunes, dont on a écrasé les noyaux, etc.

Toutes les eaux-de-vie sont limpides comme l'eau, du moins quand elles sont bien faites : mais on les colore de diverses manières. Par exemple, on met l'eau-de-vie de Cognac dans des tonnes neuves en chêne, et on y ajoute des copeaux de ce bois : le liquide prend alors une couleur jaune dorée particulière. C'est cette couleur qu'on imite avec du caramel et du thé, lorsqu'on coupe de l'esprit-de-vin avec de l'eau, pour l'abaisser au 18ᵉ ou 19ᵉ degré de l'aréomètre : le composé simule très-bien l'eau-de-vie naturelle, et est vendu comme telle dans le commerce.

On aromatise l'eau-de-vie ou l'esprit-de-vin avec différentes substances, telle que la fleur d'oranger, la vanille, l'anis, etc ; quelquefois on distille de nouveau ces mélanges. On sucre ensuite ces liqueurs et on les filtre. C'est dans cet état qu'elles paraissent sur nos tables. L'alcool entre dans une multitude de composés qu'il n'est pas convenable d'énumérer ici. Mais principalement on l'emploie dans la composition de certains vernis : comme il n'importe pas que l'esprit soit de bon goût, on réserve à la peinture celui qui, étant impropre à la table, n'est que de peu de valeur, et principalement l'*esprit de pommes de terre.*

157. Du sucre, de l'eau et du ferment, donnent lieu à la fermentation vineuse, lorsqu'on s'aide de la chaleur :

on voit le liquide dégager, comme s'il bouillait, une multitude de bulles de gaz acide carbonique, et, au bout de quelque temps, il est chargé d'alcool qu'on peut extraire par la distillation. Ce serait, il est vrai, un moyen coûteux de se procurer de l'alcool, et on préfère recourir au vin.

Mais on a remarqué qu'en jetant de l'acide sulfurique sur de la fécule de pommes de terre, l'action déterminait la formation d'une matière sucrée, susceptible d'entrer en fermentation. On a donc ainsi un moyen économique de se procurer de l'alcool, puisque ces matières sont peu coûteuses. On peut même employer les pommes de terre en nature, quoiqu'il y ait beaucoup de perte.

Selon le procédé ancien, on lave les pommes de terre, on les cuit et on les écrase sous la meule ou le pilon : on met le tout dans une cuve avec de la *drèche* (*Voy.* p. 129) et de la levure de bière. Au bout de trente-six heures, la fermentation s'établit et dure de cinq à huit jours. On remue bien la masse, et on la porte à l'alambic. On retire ainsi 10 à 12 litres d'eau-de-vie à 10 ou 12 degrés, par hectolitre de pommes de terre. Une seconde distillation l'amène à 18 degrés, en réduisant le volume des deux tiers.

Le procédé de Kirchoff consiste à transformer la fécule de pommes de terre en sirop, en la faisant bouillir dans l'eau, avec de l'acide sulfurique. On met cinquante litres d'eau dans un vase de bois, qu'on porte à l'ébullition en y faisant arriver, par un tuyau, de la vapeur d'eau bouillante. On y ajoute 1 kilogramme $\frac{1}{2}$ d'acide sulfurique, et 12 à 13 kilogrammes de fécule de pommes de terre délayée dans un poids égal d'eau. On agite le mélange, et au bout de huit heures d'ébullition toute la fécule est changée en sirop. On absorbe l'acide avec de la craie en poudre; on décante et on passe à la chausse. La fermentation s'obtient à l'aide de deux centièmes de levure de bière, dans une étuve à 18 degrés. On distille ensuite. 50 kilogrammes de fécule donnent ainsi 25 à 30 litres d'eau-de-vie à 27 degrés.

Comme la matière est épaisse, elle est sujette à s'attacher à la cucurbite, et à prendre un goût de feu, qui empêche

l'eau-de-vie d'être potable. On remédie à ce défaut, en conduisant bien l'opération, et agitant la masse bouillante avec un moulinet adapté au chapiteau. Quand l'esprit est de mauvais goût, il ne sert qu'à la peinture, etc.

On peut d'ailleurs évaporer le sirop de fécule et le faire cristalliser; on obtient ainsi le *sucre de dextrine*, d'une saveur peu prononcée, mais qui, ayant toutes les vertus fermentescibles du sucre ordinaire, est employé à la fabrication de la bière, à rendre les vins plus généreux, etc.; la dextrine est principalement extraite de la farine d'orge germée. On en fait des pains de luxe, des gâteaux, divers mets; elle remplace la gomme et la colle dans certaines préparations.

Vinaigre.

158. Cette liqueur est une dégénérescence du vin, du cidre, du poiré, de la bière, due au contact de l'air, qui cause une nouvelle fermentation et décompose l'alcool. Mais comme cette action de l'air se ferait trop lentement, il n'en résulterait le plus souvent qu'une liqueur trouble, imparfaitement acidifiée, et à peu près sans utilité, si l'art ne dirigeait et n'activait l'acescence. Il faut réunir plusieurs conditions favorables à cette action, savoir, une température de 18 à 22 degrés de Réaumur, le contact de l'air, et la présence d'une substance visqueuse gélatineuse. Voici comment on opère, en se servant de vin, qui est la liqueur la plus usitée en pareil cas. Les vinaigres d'Orléans et de Saumur sont renommés pour leur force et leur saveur.

On se sert de vin d'un an, et on préfère celui qui tourne à l'aigre, parce qu'il n'est pas de défaite. On dispose deux cuves de bois dans un lieu chaud. Une claie posée à peu de distance du fond porte un lit de sarments verts, sur lesquels on pose des *rafles* de raisin, jusqu'en haut des cuves. On remplit alors l'une d'elles avec du vin, et on n'en met que moitié dans l'autre : vingt-quatre heures après, on remplit la dernière avec la liqueur de l'autre, et on renouvelle la même manœuvre tous les jours. En quinze à vingt jours, le vinaigre est fait.

A Orléans, on emploie une *mère*; c'est un tonneau d'environ 400 litres, contenant le quart de vinaigre bouillant, qu'on laisse en repos durant huit jours. Le vin est dans un autre tonneau, où l'on a jeté des copeaux de hêtre qui se chargent de lie ; on en tire 10 litres de vin clair, qu'on jette dans la mère : huit jours après, on repète cette opération, et ainsi jusqu'à ce que la mère soit remplie. Alors l'opération est terminée. Il est inutile de dire qu'elle se fait à la fois sur plusieurs mères, selon l'étendue de la fabrication. On ne les vide jamais qu'à moitié, et on les emplit ensuite de vin pour le changer en vinaigre.

Dans les campagnes, on a un tonneau de vinaigre qu'on place dans un lieu chaud; chaque fois qu'on en tire une mesure, on la remplace par une égale quantité de vin, et le tonneau reste ainsi toujours chargé de vinaigre, qui suffit à la consommation de la maison. Plus le vin qu'on emploie est *généreux*, c'est-à-dire riche en esprit, et meilleur est le vinaigre qu'on en fait. Le visqueux qui existe dans la masse, suffit pour faire passer à l'acide le vin qu'on y verse.

Le vinaigre conserve la couleur du vin ; comme le blanc est plus estimé, on se sert de préférence de vin blanc, ou bien on décolore le vinaigre rouge en le distillant.

L'emploi du vinaigre est fréquent dans la cuisine; souvent on l'aromatise en y infusant des fleurs de sureau, de l'estragon, de l'ail, des oignons et autres ingrédients. Il sert aussi à mariner la viande, le poisson, dont il arrête la putréfaction. On confit des cornichons, des câpres, et autres fruits. On s'en sert dans les fabriques de céruse, etc.

Toute substance alcoolisée peut donner lieu à la formation du vinaigre, par le contact de l'air et une chaleur douce. Aussi le chapeau de la vendange contracte-t-il une forte acescence, ce qui explique l'inconvénient de mêler le marc au vin avant de décuver, dans le but de lui donner plus de couleur. On fait même un vinaigre léger avec ce marc.

On fait aussi du vinaigre avec la bière. On n'y met pas de houblon, ce serait une dépense inutile, et on y emploie un quart de malt de froment, et trois quarts d'orge et de

sarrasin. La pratique est d'ailleurs la même que pour faire du vinaigre de vin.

En mêlant 1 ou 2 litres d'esprit-de-vin à 12 degrés, avec un peu d'amidon et 15 grammes de levure de bière, on fait d'excellent vinaigre.

159. Nous terminerons par traiter du *vinaigre de bois*, nouvelle découverte de M. Mollerat. Lorsqu'on distille du bois dans des vases clos, on obtient du vinaigre mêlé à une huile fétide, qui a l'apparence et les usages d'un goudron liquide. Au fond du vase, on trouve que le bois s'est converti en charbon. On a imaginé de monter en grand une fabrique d'après ces connaissances.

On remplit avec des fragments de bois, de grandes *cornues* en tôle ; ce sont des vases circulaires, fermés hermétiquement par un couvercle, et portant, de côté, un conduit ou tuyau. Ces cornues peuvent être enlevées et transportées à l'aide d'une *grue* pivotante ; on les place sur un fourneau construit exprès, et on allume le feu ; on chauffe graduellement et très-fort. L'humidité du bois s'échappe d'abord par le tuyau, et on la laisse perdre ; mais bientôt on voit sortir de la fumée. Alors on adapte au tuyau une *allonge* qui sert à communiquer avec un *serpentin* réfrigérant, comme dans l'alambic ordinaire (*Voyez* p. 131) ; ce tuyau, refroidi par un cours d'eau, condense les vapeurs, qui découlent sous forme liquide.

Le bois ne peut brûler dans la cornue, parce qu'il est privé du contact de l'air ; il se carbonise donc. Le vinaigre et le goudron, soit qu'ils existent dans le bois, soit qu'ils se forment dans l'opération sous l'influence de la chaleur, se réduisent en vapeur, et sont conduits par des tuyaux dans des réfrigérants où la condensation s'opère. M. Mollerat trouve qu'un mètre cube de bois de chêne, de charme, de hêtre, âgé de quinze ans, après quinze mois de coupe, pèse 325 à 350 kilogrammes, et que par la distillation, on obtient 100 litres d'acide environ, 25 à 30 kilogrammes de goudron, et 95 à 100 kilogrammes de charbon (ou près de 6 hectolitres).

Ce goudron s'emploie à peindre les bois pour les conserver, à caréner les vaisseaux, à brûler, etc. Le charbon est

d'une excellente qualité, quoiqu'il revienne cher en suivant ce procédé; mais les autres produits forment compensation. Quant à l'acide, il est mêlé à l'huile fétide et exige une dépuration, en lui faisant éprouver diverses opérations chimiques assez compliquées. Le vinaigre ainsi obtenu est limpide comme l'eau, d'une telle force qu'il faut l'allonger de six à sept fois son poids d'eau, pour en faire usage. Ce produit est bien plus acide que celui qu'on retire du vin; on donne même du montant à celui-ci en en mêlant à l'autre une certaine proportion. On s'en sert en teinture, dans les manufactures de toiles peintes, etc.

Le vinaigre *radical*, ou privé d'eau, est ce qu'on appelle en chimie de l'acide acétique : c'est lui qui, combiné avec le cuivre, constitue le *verdet*, ou *vert-de-gris*, ou *acétate de cuivre*, qu'on prépare en grand à Montpellier. Le *sucre de saturne*, ou *acétate de plomb*, est une combinaison de l'acide acétique avec l'oxyde de plomb : on en fait usage en chirurgie. Le *sel de vinaigre*, qu'on enferme dans des flacons portatifs pour ranimer les sens, est une préparation chimique faite avec du vinaigre.

IV. TISSUS, VÊTEMENTS.

Blanchissage.

160. Opération destinée à rendre au linge sali sa première blancheur.

Après avoir trié, compté, écrit le nombre des pièces, on les *essange* ou *échange*, c'est-à-dire qu'on les lave à grande eau, pour les débarrasser des plus grosses ordures et les humecter; quelquefois on se sert aussi de savon. On dispose ensuite les pièces de linge successivement par couches, une à une, dans le cuvier, en les y développant.

Le cuvier est un grand vase cylindrique en bois, de grandeur proportionnée à la masse de linge, plus large que haut. Il est percé d'un trou vers son fond, pour livrer passage à l'eau; et pour que ce trou ne s'obstrue pas, on place au dedans quelques os de mouton ou un petit fagot,

qui empêchent le linge d'en approcher. On étend d'abord une grosse toile appelée *charrier*, qui couvre les parois et retombe tout autour des bords : il faut éviter que le linge ne touche le bois du cuvier.

Les ménagères ne sont pas d'accord sur l'ordre à suivre dans la disposition des pièces ; les unes mettent les draps et le gros linge de cuisine au fond ; les chemises, robes, mouchoirs, et tout le linge fin par-dessus : d'autres observent un ordre inverse. Lorsque le tout est bien tassé, on rabat par-dessus les bords de la chemise. Enfin, on recouvre d'une grosse toile ou *charrier*, qui déborde tout autour de la cuve, et on répand des cendres sur cette toile : il en faut de 6 à 7 doubles décalitres et plus, selon la force des cendres et la masse à blanchir. Le tas de linge ne doit pas s'élever jusqu'au bord du cuvier, afin que rien ne se répande.

Dès le matin du lendemain, on *coule la lessive*, opération qui dure quinze heures environ. On fait chauffer de l'eau dans une chaudière, et on la verse sur le tas : cette eau retombe par la bonde, après avoir dissous les sels alcalins des cendres ; on la rejette dans la chaudière pour qu'elle se réchauffe, et on la verse de nouveau sur les cendres du cuvier, et ainsi durant tout le jour, en chauffant l'eau de plus en plus, de manière que, le soir, elle soit bouillante. On ferme alors la bonde, on remplit le cuvier de toute la lessive, on y conserve la chaleur en l'entourant avec des couvertures, et on laisse ainsi le tout durant la nuit.

Le coulage de la lessive a pour objet de dissoudre un sel, nommé *potasse*, qui est contenu dans les cendres, et d'en imbiber toutes les parties du linge. Lorsqu'on fait bouillir, dans l'eau, des cendres de bois neuf, des fanes de pommes de terre, d'herbages, de bruyères, etc., le liquide devient mordant par l'effet de la potasse. Quand les cendres sont pauvres, ou qu'on en manque, on y supplée en ajoutant à la lessive de la potasse, que le commerce nous procure à assez bas prix : la potasse perlasse, celle de Dantzick, d'Amérique, etc., est obtenue, dans divers pays, en brûlant les bois d'immenses forêts, lessivant les cendres, et

évaporant le liquide : le résidu est le sel dont nous parlons. La soude, qu'on extrait des cendres d'une plante appelée *soude*, ou des plantes marines, ou obtenue par des procédés chimiques, peut être employée au même usage. La soude et la potasse, qu'on appelle des *alcalis*, ont la propriété de se combiner avec les graisses, et de les rendre solubles dans l'eau, surtout à chaud. (*Voy.* n° 389.)

On comprend que la lessive dégraisse le linge et enlève toutes les saletés. En ajoutant $\frac{4}{10}$ de chaux à la potasse ou à la soude, on la rend plus mordante ; on dit alors qu'elle est *caustique*; il faut en employer près de moitié moins, car sans cela le linge serait attaqué. La soude du commerce étant d'une nature plus constante, doit être toujours préférée à la potasse.

Il est utile, pour donner bonne odeur au linge, de jeter sur les cendres des branches de thym, de lavande, de romarin, des racines d'iris et autres plantes aromatiques. L'eau de pluie, de rivière ou de mares, doit être employée de préférence à l'eau de puits, pour couler la lessive; celle de puits ne convient que quand elle peut cuire les légumes. Les sels qui y sont naturellement dissous ôtent la force à la potasse en se combinant avec elle, ce qui oblige d'en augmenter la dose.

Pour éviter la peine de reporter l'eau du cuvier dans la chaudière, à mesure qu'elle s'écoule par la bonde, on peut adapter un tuyau (tel qu'un canon de fusil sans culasse) qui la conduit dans la chaudière : mais pour cela, il faut que la bonde soit plus élevée que les bords de cette chaudière. Le cuvier est toujours monté sur un trépied, nommé *selle*, qu'on peut prendre assez haut pour remplir cette condition. Alors on n'a d'autre peine que de verser incessamment l'eau sur le cuvier, à mesure qu'elle s'échauffe et que la chaudière se remplit.

La chaleur se conserve dans la masse pendant toute la nuit. Le lendemain matin, on retire les pièces de linge l'une après l'autre, et sur-le-champ on les rince à grande eau, pour enlever la lessive et les saletés. Lorsque des taches survivent à cette opération, surtout pour le linge fin, on les enlève avec le savon. On tord le linge, et on l'ex-

pose à l'air pour le faire sécher. On se sert quelquefois de *battoirs* en bois ou de brosses pour faire pénétrer l'eau de savon dans le linge. Ces pratiques sont nuisibles, parce qu'elles détériorent le tissu. Le cuvier se vide ainsi peu à peu, et toutes les opérations marchant ensemble, si le temps est beau et qu'on emploie un nombre suffisant de bras, tout est terminé le soir du troisième jour.

Après le coulage, la lessive est rouge, grasse et sale ; on s'en sert pour laver à froid des toiles de couleur, des saletés, des vases encrassés... On la verse ensuite sur le fumier pour augmenter sa force végétative.

Avant de sécher le linge fin, on le *passe au bleu*. On met une once d'indigo dans un nouet de toile serrée à plusieurs doubles, et on fait tremper dans un litre d'eau, puis on presse, et on filtre à travers un linge clair. Cette eau bleue, versée dans deux ou trois seaux d'eau où l'on trempe le linge, donne une teinte azurée très-agréable. Le même nouet sert longtemps. Quand l'eau bleue commence à se troubler, on la jette.

Les torchons, draps, nappes, serviettes..., une fois secs, sont pliés et mis sous presse, ou seulement sous une planche chargée de poids ou de pierres : cette opération en efface toutes les rides. Mais les chemises, robes, etc., ont besoin du *repassage* au fer chaud. Le fer est arrondi à un bout, carré et plus large à l'autre bout, plat et uni sur une face, muni d'une anse sur la face opposée. On l'échauffe au degré nécessaire, en le plaçant debout devant le feu, ou le posant au-dessus de charbons ardents. La repasseuse saisit l'anse avec une *poignée* faite en chiffons, et promène la face polie sur le linge un peu humide ; elle y marque les plis et contours d'usage, avec les doigts, et les fixe en promenant le fer chaud et tenant la toile tendue. Cet art exige de l'adresse et du goût ; il fait l'occupation spéciale de certaines ouvrières.

Il est rare qu'on puisse disposer d'un *lavoir* pour rincer et savonner le linge de lessive : on nomme lavoir un lieu abrité, situé au bord de l'eau, et dont la rive est garnie de dalles en pente. On y supplée en préparant la rive convenablement. Les laveuses ont chacune les genoux enfermés

dans une boîte carrée à trois bords, sans couvercle; elles y entrent par la face vide, et s'agenouillent sur la paille. La sellette est une planche inclinée sur laquelle on appuie et lave le linge.

Il y a des taches qui résistent à l'action de la lessive, telles que celles d'encre, de certains fruits, des peintures et cambouis; la blanchisseuse doit employer les divers agents chimiques qui conviennent en pareil cas; le sel d'oseille, l'eau de Javelle, etc., ne doivent servir qu'avec précaution, parce que ces substances détériorent le linge.

161. Le procédé de *blanchissage à la vapeur* exige un appareil spécial (fig. 30). La chaudière A est fixée à demeure dans la maçonnerie du fourneau et au-dessus du foyer H et du cendrier K : on la chauffe avec des fagots, de la houille ou de la tourbe, à volonté. Le cuvier B est cerclé en fer, et fixé immédiatement sur la chaudière, et son fond CD est percé de trous pour l'introduction de la vapeur : un grand couvercle EF en bois le ferme hermétiquement, et la base du cuvier est scellée sur le fourneau, en sorte que la vapeur ne puisse s'échapper par aucune issue. Le fond mobile MN est percé de cinq à six trous plus gros, dans lesquels on enfonce des boulons verticaux *a*, *a*, qu'on enlève ensuite quand tout le linge est arrangé, de manière à former autant de cheminées où la vapeur s'élève pour échauffer le linge, ainsi qu'on va le dire.

On ne doit pas échanger le linge; mais on fait occuper le fond du cuvier par le linge le plus sale, pour que les ordures ne viennent pas sur le linge fin.

Avant de commencer le blanchissage, on met fondre de la soude ou de la potasse dans un grand baquet d'eau pour en former une lessive alcaline à un degré de force déterminé. On y plonge chaque pièce de linge pour la bien pénétrer partout; puis on l'en retire, on la tord et on la dispose dans le cuvier, autour des bâtons, sans la trop fortement tasser; on place le gros linge au fond, puis les draps, les nappes, serviettes...; enfin, les chemises, les robes et les pièces fines par-dessus. On n'emploie pas de cendres. On ôte les boulons. On ferme alors le couvercle

du cuvier, et on chauffe la chaudière A préalablement remplie d'eau.

Un tuyau, fermé par un robinet R hors du fourneau, communique avec le fond de la chaudière pour la vider; et un autre tuyau vertical S, ouvert et embranché sur le premier et aussi en dehors, montre le niveau de l'eau, et sert à y en ajouter lorsqu'il en est besoin, comme aussi à éviter l'explosion que pourrait causer la force expansive de la vapeur, si le feu était mal ou trop longtemps conduit. (Voyez *Autoclave.*)

A mesure que le feu agit, l'eau s'élève en vapeur dans le cuvier par les voies qu'on lui a ménagées et que les bâtons occupaient : ces vapeurs se condensent en eau, en touchant le linge froid, et l'eau retombe dans la chaudière. Le linge s'échauffe donc, et la chaleur se répand dans toute la masse, du centre à la circonférence. Au bout de quatre à six heures au plus, le cuvier est si chaud qu'on ne peut plus endurer la main sur les cercles de fer qui le garnissent : on laisse tomber le feu, et on abandonne l'opération pendant la nuit. Tout cela se fait en un seul jour.

Le lendemain on retire pièce à pièce, et on lave de suite à grande eau tout le linge du cuvier, en savonnant les parties qui ont conservé des taches. Mais il ne faut guère user que la moitié du savon nécessaire dans le premier procédé. Ainsi la lessive ne dure que deux jours au lieu de trois, et coûte moitié moins de main-d'œuvre et de combustible. Telle est la méthode qu'on suit actuellement en grand dans les entreprises de blanchissage.

Blanchiment.

162. Il ne faut pas confondre le blanchissage du linge sale avec le *blanchiment*, ou l'art d'enlever les matières colorantes qui teignent les toiles écrues, le fil neuf, les calicots, bonnets de coton, étoffes neuves de soie..., et qui leur ôtent la souplesse. Pour blanchir les toiles de lin et de chanvre, on les lave d'abord dans une liqueur alcaline (soude ou potasse) où elles ont macéré plusieurs jours; on les délivre

par là d'une matière gommeuse qui les durcit, et de leur *parou*, qui est la colle dont le tisserand enduit sa chaîne. Cette opération s'appelle *dégraissage*. Aujourd'hui on préfère employer la *levure* de bière (p. 130), ou bien poudrer les replis de la toile avec de la farine de seigle, pour exciter, dans l'eau à 20 ou 30 degrés, une fermentation : on lave ensuite, et on fait dégorger en passant à travers deux cylindres, ou par une autre machine.

Cela fait, autrefois on abandonnait les toiles au repos pendant environ huit jours, dans une lessive, où on les foulait plusieurs fois ; puis on les y travaillait et on les lavait à grande eau. De là quelquefois on les plongeait dans du petit-lait aigri, ou dans une eau contenant de l'acide sulfurique faible, et on les soumettait à une forte pression durant plusieurs jours ; puis on les frottait de *savon noir* et on les rinçait de nouveau. Enfin, on les exposait étendues sur le pré, pour y recevoir l'action alternative de la rosée, de l'air et du soleil, en les arrosant de temps à autre. On recommençait les lessives, puis l'exposition sur le pré, et cela à diverses reprises, jusqu'à ce que la toile fût complétement blanche.

163. Ce procédé est très-bon, mais beaucoup trop long, surtout depuis que nos fabriques de toiles peintes, cotonnades, etc., ont pris un tel accroissement, qu'il n'était pas possible de suffire, par cette voie, à la consommation. Berthollet ayant découvert les propriétés décolorantes du *chlore*, on est enfin parvenu à blanchir les toiles en très-peu de temps, tout en leur conservant le nerf, la qualité et la souplesse. Voici en quoi consiste ce nouveau procédé de blanchiment, qui est un peu plus coûteux, mais beaucoup plus rapide que l'ancien.

Le chlore est une substance gazeuse, verdâtre, d'une odeur suffocante, et qui détruit toutes les couleurs végétales (nº 406). Comme on peut le faire dissoudre dans l'eau, c'était d'abord cette dissolution dont on se servait pour enlever les matières colorantes des toiles et cotonnades écrues : mais le chlore rongeait les tissus ; d'ailleurs il se dégageait des vapeurs de chlore qui sont dangereuses à respirer ; on a donc renoncé à ce procédé. Nous reparlerons de ce gaz, et

donnerons les moyens de le produire. Maintenant on se sert de préférence d'une substance appelée *chlorure de chaux*, dans laquelle le chlore existe et se dégage peu à peu, à mesure qu'il agit sur la couleur et la détruit. L'action est donc la même que celle du chlore pur, mais n'a pas ses inconvénients sur la santé des ouvriers.

On commence d'abord par dégraisser la toile, comme il a été expliqué, à l'aide de la macération dans une eau alcaline, ou plutôt de la fermentation : on lui fait ensuite subir l'action alternative des lessives, du soleil, du chlore et des acides. Huit lessives de potasse, de force croissante et à chaud, sont suivies d'une immersion dans l'eau tiède acidulée par un 250e de son poids d'acide sulfurique. On trempe alors dans l'eau chlorurée et à froid. On répète ces deux dernières opérations, en les séparant par des expositions sur le pré. Ensuite on lave avec le savon noir; enfin, on met l'apprêt qui consiste à bleuir et à calandrer (n° 529); vient le séchage, qui termine l'opération.

164. Le *blanchiment des cotonnades* se fait de même, excepté qu'on n'y emploie pas un aussi grand nombre de lessives, qu'on préfère les chlorures de soude ou de potasse à celui de chaux, et qu'on n'expose pas sur le pré. Mais avant tout il faut *flamber* l'étoffe, c'est-à-dire brûler son duvet : on se sert pour cela de différents appareils, et particulièrement de lampes qui font jaillir une flamme produite par le gaz hydrogène (n° 401).

Le fil écru se blanchit comme la toile.

165. Pour la soie, on commence par le *dégommage*, qui a pour objet d'enlever la gomme dont elle est naturellement recouverte; c'est ce qu'on fait en laissant macérer dans une eau de savon bouillante et très-forte. Ensuite on tord, on met dans des sacs, et on plonge dans une autre eau de savon plus faible, remuant et faisant bouillir; c'est ce qu'on appelle la *cuite*. Enfin, on fait mousser la soie dans une eau de savon où il entre du *rocou* (n° 443), ou de l'azur; ou bien on l'expose à la vapeur soufrée. Ce dernier procédé consiste à suspendre les pièces dans une chambre faite exprès, où l'on brûle du soufre. C'est même par là que les blanchisseuses de bas de soie terminent leur opération;

car on sait que le gaz sulfureux, qui se dégage de cette combustion, donne un très-beau blanc. La soie ainsi traitée fait entendre un petit *cri* quand on la presse. Ces diverses pratiques constituent ce qu'on appelle le *décreusage* de la soie.

N'oublions pas de dire que la soie ni la laine ne peuvent supporter la lessive caustique.

166. Quant au blanchiment des laines, il faut d'abord enlever le *suint*, sorte de matière grasse provenue de la transpiration de l'animal, en les plongeant dans un bain tiède contenant de l'eau, du savon noir et de l'urine putréfiée; on remue; on lave ensuite à grande eau dans des paniers faits exprès. La laine perd ainsi au moins la moitié de son poids, surtout si elle est fine; après plusieurs *dégraissages* successifs, elle est susceptible de recevoir la teinture. Mais pour l'avoir d'un beau blanc, il faut la passer à la vapeur soufrée, ou bien dans un bain chargé de gaz sulfureux.

Chapeaux.

167. Les poils de certains animaux, la laine, etc., sont susceptibles de se *feutrer* ou mêler, en se crispant et se contournant, de manière à former une sorte d'étoffe; c'est ce qu'on appelle *sécréter*. Les poils de castor, de loutre, de lièvre, de lapin, de chameau, de veau, etc., sont susceptibles de *sécrétage;* le lièvre et le lapin y sont plus ordinairement employés. Après avoir passé une carde sur la peau de l'animal pour enlever les corps étrangers, et frappé avec une baguette, on ébarbe le *jarre*, long poil qui n'est pas propre au feutrage; on imbibe le poil sur sa peau avec une dissolution de nitrate de mercure, et on sèche à l'étuve; ensuite on arrache le poil, ou on le taille au ras de la peau, qu'on a humectée d'eau de chaux : les peaux servent à faire de la colle. (*Voyez* n° 419.)

On se sert ensuite de l'*arçon* pour former l'étoffe. C'est une sorte d'archet, dont on fait sautiller la corde dans le tas de poils, jusqu'à ce que les poils, et la laine qu'on y introduit souvent, soient parfaitement mêlés. On commence

le feutrage dans une toile humectée qu'on plie et replie ; on fait ainsi une sorte de cône, qu'on foule dans une cuve bouillante où il entre de la lie de vin, ce qui donne de la consistance au feutre ; on fait sortir la *dorure*, c'est-à-dire le poil, avec une brosse.

On met ensuite en *forme*, tirant, relevant les bords, effaçant les plis, etc., toujours en trempant l'étoffe à l'eau claire et chaude, et on arrête avec une ficelle sur la forme. Pour teindre en noir, on plonge les chapeaux dans une cuve pleine d'une espèce d'encre bouillante ; il ne reste plus qu'à faire sécher, à lustrer avec une brosse, à passer à la gomme pour que l'étoffe conserve sa figure. On emploie souvent de la colle forte, du fiel de bœuf, du vinaigre, etc., selon les procédés particuliers à chaque fabricant. Il y a des apprêts imperméables à l'eau.

On fait aussi des chapeaux très-beaux et très-légers avec de la soie ; ils sont aujourd'hui d'un usage fréquent. On les compose en tissu, car la soie ne se feutre pas.

Les chapeaux de Paris, ceux d'Italie, de Trieste, sont les plus estimés.

168. On fait des *chapeaux de paille*. Les plus beaux sont en paille de riz, ou d'une espèce particulière de froment ; ceux de Florence sont d'un prix très-élevé. On en fabrique de beaux à Paris, et les dames font de cette partie de leur toilette un cas particulier.

La paille est d'abord blanchie en l'exposant à la vapeur du soufre (gaz sulfureux). Avec un outil approprié à cette destination, il faut couper la paille dans sa longueur en lanières fines, et se servir de ces filaments, dont on a ôté les nœuds, pour en faire des tresses, qu'on coud bord à bord ou en recouvrement, mais de manière à ne pas laisser voir les points de couture : l'ouvrage doit d'ailleurs être façonné selon la forme exigée par la mode.

Le chapeau reçoit enfin la teinture qui lui donne la couleur voulue, et l'apprêt qui le lustre, en le passant au fer chaud ou à la presse : cet apprêt est de l'amidon ou de la gomme.

En divisant le tilleul en lanières, ou le peuplier, le saule, etc., on en forme des espèces de filaments qu'on

peut tresser, et dont on fait des chapeaux communs : le sparte sert aussi au même usage.

Les chapeaux de cuir, que portent les marins et les gens du peuple, sont faits avec du cuir qu'on ramollit et qu'on moule : on les enduit ensuite d'un vernis élastique.

Chanvre.

169. On cultive cette plante pour en retirer les filaments ou les graines ; ces fils forment une étoupe, appelée *filasse*, qui sert à des usages très-variés. Les semences, connues sous le nom de *chènevis*, nourrissent les volailles et donnent de l'huile. (*Voyez* nº 134.) Les pieds sont ou mâles ou femelles. Les premiers sont stériles et plus faibles ; les gens de la campagne leur donnent à tort le nom de *chanvre femelle*, par une erreur fondée sur le défaut de vigueur de ce sexe dans les animaux : les seconds portent graine et mûrissent beaucoup plus tard.

Le chènevis est semé au printemps, dans un sol riche d'engrais ; on arrache les tiges en août. On coupe les racines, la tête et les feuilles ; on fait des bottes avec les tiges, et on les met *rouir*, c'est-à-dire qu'on les enfonce dans l'eau d'une mare, d'un ruisseau tranquille, etc., en chargeant ces bottes de pierres ; et on attend environ quinze jours. Le *rouissage* consiste à déterminer une fermentation putride, pour décomposer la gomme-résine qui attache les fibres à l'écorce : sans cette opération, on arracherait plutôt les fibres qu'on ne les détacherait. L'infection que les *routoirs* répandent dans l'air et dans l'eau, fait désirer un procédé moins nuisible à la santé publique ; mais l'art n'a pu encore s'en passer.

Il faut arrêter le rouissage à une certaine époque, car sans cela les filaments seraient détruits par la fermentation. On retire les bottes de l'eau, et on les dresse au soleil et à l'air, pour qu'elles sèchent ; alors, en tirant les fibres par un bout, elles se détachent jusqu'à l'autre, ce qu'on appelle *teiller le chanvre*. Ces fibres sont en dedans de l'écorce, qui se brise ; le bois, nommé *chènevotte*, sert à faire des

allumettes et au chauffage. Pour aller plus vite, on peut *serancer*, c'est-à-dire briser la tige sous un outil appelé *mâchoire ;* la flexibilité des fils les conserve entiers.

Ce sont ces filaments qu'on réunit en bottes sous le nom de *filasse;* les plus longs et les plus fins sont les meilleurs. On les passe sous les dents d'un peigne pour en séparer les *étoupes*, qu'on réserve à de grossiers usages. Le chanvre sert à faire du fil, des cordages, etc.

Lin.

170. Le lin est une jolie petite plante à fleurs bleu pâle ou roses, qu'on cultive, qu'on rouit, et qu'on traite absolument comme le chanvre. Le fil qu'on en retire est beaucoup plus fin ; il est réservé à la fabrication des belles toiles, des batistes, de la dentelle, etc. La graine donne de l'huile (*Voyez* n° 135), sert en médecine, nourrit les volailles, etc.

Cordes, Ficelles, Fouet.

171. Les cordes sont composées de plusieurs cordes simples, tordues ensemble pour avoir plus de force. Les cordes simples s'appellent *fil de caret;* on en *commet* plusieurs pour en faire une corde. Le *bitord* a deux fils tortillés ensemble, le *merlin* en a trois, l'*aussière* en a plusieurs ; le *grelin* est formé de plusieurs aussières.

Pour faire le fil de caret, le cordier doit disposer d'un local fort long, tel qu'un fossé, une allée, etc. A un bout, il établit son *rouet* dans un lieu couvert, un hangar, etc. Cette machine est composée d'une grande roue à manivelle qu'on fait tourner ; une courroie sans fin passe sur le contour de cette roue, et sur une poupée faisant tourner plusieurs poulies avec une très-grande vitesse, parce que les poulies sont très-petites et la roue très-grande. (*Voyez* n° 503.) L'axe de chaque poulie porte, à l'extérieur, un crochet qu'on fait ainsi rapidement pirouetter.

Le cordier, portant dans son tablier un paquet ou *peignon* de chanvre, en fait saisir le bout par un des crochets,

et sa filasse étant maintenue, pendant que la roue tourne, elle se tord; il fait un pas à reculons, et lâche de nouvelle filasse, que le rouet tord à son tour, et ainsi en continuant de s'éloigner. Chaque crochet du rouet est de même employé à tordre la filasse d'un ouvrier, et il se fait ainsi cinq, sept et jusqu'à onze fils de caret en même temps. Comme le fil serait forcé de traîner à terre, par son poids, lorsqu'il a acquis quelque longueur (ce fil a 100, 150 mètres et plus encore), on le soutient en l'air en le faisant sauter entre les dents de *râteliers* qui sont disposés de distance en distance; ces râteliers sont formés d'un bâton vertical, planté debout en terre, qui soutient une barre avec des dents de râteau. Pendant que la filasse se tord, l'ouvrier doit tenir le fil bien tendu; il le saisit pour cela avec un bout de lisière de drap appelé *paumelle*.

Quand le cordier est arrivé à reculons à la limite de l'espace qui lui est accordé, le tourneur de rouet, étant averti, décroche le fil, et l'attache à une sorte de dévidoir appelé *touret*, lequel tourne, de même que les poulies, par le mouvement du rouet; de la sorte, le fil s'enroule sur un cylindre à mesure que le cordier se rapproche. Quand il arrive au touret, il détache un second fil de son crochet, et l'*épisse* au bout du sien, c'est-à-dire tord ensemble leurs deux filasses, en sorte que le second fil fait ainsi la continuation du premier, et s'envide aussi sur le touret; tous ces fils peuvent ainsi n'en faire qu'un seul d'une longueur considérable. Ils doivent tous être bien unis, bien tordus, et de grosseur uniforme.

On réunit ensuite plusieurs fils de caret ensemble, en les tordant à l'aide d'une machine. La torsion qu'on leur a fait supporter leur donne une tendance à se tortiller; c'est ce que l'on fait avec un autre rouet. On forme ainsi du *bitord* ou du *merlin*, qui va être employé à faire de la corde. On appelle *aussière* cette première corde, résultat de la torsion de plusieurs fils de caret, fils dont chacun a le nom de *toron*; ce travail s'appelle *commettage*. Il faut toujours que les torons, qu'on tortille ensemble, soient également tendus; c'est pourquoi on attache un bout des torons au rouet, et l'autre bout à un chariot nommé *carré*: c'est en

quoi consiste l'*ourdissage*. Le carré est chargé de pierres, dont le poids dépend de la force du commettage qu'on veut faire, et se rapproche de plus en plus du rouet, à mesure que la torsion accourcit les torons. L'ouvrier tient à la main un *toupin*, cône tronqué en bois, dont la surface porte autant de cannelures que l'aussière doit avoir de torons ; il insère ce toupin entre eux, tout près du crochet ; le rouet tourne, et fait tordre les cordes dans cet intervalle. En reculant de plus en plus, la torsion se continue sous la force de rotation du rouet.

Ce mécanisme suffit pour faire concevoir aussi comment on peut tordre plusieurs aussières ensemble pour en faire un *câble*. Ainsi, on ne doit avoir aucune peine à comprendre la formation de toutes les cordes, depuis la plus petite ficelle, le *fouet*, qui n'est que de la ficelle de Montargis très-bien tordue, jusqu'aux cordages de marine, qui ont jusqu'à 4 et 5 décimètres d'épaisseur ; seulement, on voit que, pour ourdir et commettre des aussières ensemble, il faut développer une beaucoup plus grande force pour faire tourner un rouet de grande dimension.

Les cordiers travaillent ordinairement en plein air, à l'exception des rouets, des tourets, etc., qui sont abrités; mais, dans nos grands ports de mer, les *corderies* sont d'immenses bâtiments dans lesquels on emploie de puissantes machines. Celle de Fulton est en usage dans les ports d'Angleterre, à Brest, Cherbourg, Toulon, Rochefort, etc.

Les cordes *blanches* s'emploient sans aucun apprêt ; celles qui sont *goudronnées* ont leurs fils de caret trempés dans le goudron liquide, à mesure qu'on les a exécutés : quelquefois l'immersion ne se fait que quand la corde entière est achevée.

On fait aussi des *cordes plates* avec plusieurs aussières accolées de manière à alterner leurs sens de torsion, afin que les poids qu'on y suspend ne pirouettent pas en l'air par l'effet du tortillement du cordage.

Les *cordes à puits* se font avec l'écorce du tilleul. On tient cet arbre en taillis, qu'on coupe tous les douze ou quinze ans. Au moment où il commence à entrer en séve, on enlève l'écorce dans toute la longueur, et on la laisse

sécher en bottes. L'écorce étant mise dans l'eau pendant plusieurs jours, est réduite en lanières qu'on file comme le chanvre. Ces cordes pourrissent difficilement, servent à tirer l'eau des puits, à attacher les bateaux, etc.

Chaînes, câbles en fer.

172. Bien des causes empêchent que, dans certaines circonstances, on ne puisse employer des cordes pour arrêter les corps, les serrer, les réunir, etc. On se sert alors du fer, qui, sous peu de volume, offre une immense force de résistance. Les cordes de fer s'appellent *chaînes*.

Dans la marine, on remplace maintenant les câbles par des chaînes. Les chaînons sont ovales, courts, et pour qu'ils ne s'allongent pas sous l'effort de traction, le chaînon porte au milieu des branches un support, ou *étançon*, qui les empêche de se rapprocher (*Voyez* fig. 29); le tout est d'une seule pièce. Il y a aussi des chaînes formées de simples anneaux dont chacun est enfermé dans les deux voisins, et ainsi successivement.

(Pour les cordes métalliques, *voyez* tréfilerie, n° 530).

Les *chaînes de montre* sont faites de maillons plats taillés avec un emporte-pièce dans une plaque de tôle d'acier, et retenus l'un à l'autre par des goupilles. Ainsi, deux de ces lamelles parallèles, et posées l'une sur l'autre, sont séparées à chaque bout par une troisième, et une goupille les traverse toutes trois. C'est autour de cette goupille que la rotation des chaînons se fait (*Voyez* fig. 28).

La figure et la manière de conformer les chaînons varie beaucoup selon les usages. Vaucanson a inventé une forme de chaîne en fil de fer très-utile et très-ingénieuse, ainsi qu'une machine pour découper les chaînons et les courber.

Cette machine, modifiée et perfectionnée, est en vente chez tous les quincailliers; il est très-facile de la manœuvrer, de manière à former une chaîne qui sort toute fabriquée de l'appareil. Cette chaîne sert principalement à la communication des mouvements, en engrenant ses mailles sur les dents d'une roue. Mais comme la traction allonge tôt

ou tard les mailles, l'engrenage ne tarde pas à jouer mal; une partie de la force motrice est absorbée, et même bientôt les mailles cessent d'être en rapport avec l'intervalle des dents, et la chaîne est hors de service.

Venons-en maintenant aux procédés de fabrication.

Les câbles en fer se font par anneaux simples ou étançonnés. Les premiers se fabriquent en roulant une tringle de fer rouge autour d'un mandrin, l'une et l'autre de calibres convenables. On coupe chaque circonvolution circulaire, ce qui donne autant d'anneaux ronds sensiblement égaux. On engage chaque anneau dans l'ouverture du suivant, et on soude au feu et au marteau. Ces anneaux doivent en général être fort petits, pour que la force de traction ne puisse, en allongeant la chaîne, detériorer le nerf du fer.

Les chaînes étançonnées sont formées d'anneaux elliptiques, qui ont une traverse en fer dans la direction du petit axe; cette traverse, appelée *étançon*, est élargie aux deux bouts, où on la soude à chaud, dans l'ovale, à coups de marteau. Cette pièce empêche la chaîne de se déformer en s'allongeant, et, par conséquent, le fer de se déchirer dans certaines parties.

Les câbles en fer sont si supérieurs pour la force et la durée à ceux de chanvre, qu'on les substitue à ceux-ci dans toute la marine anglaise et française, pour attacher les navires aux ancres.

Quant à la fabrication des chaînes de montres, elle consiste à enlever les maillons dans de la tôle avec un *emporte-pièce* en acier : ces maillons sont ensuite percés pour le passage des goupilles, réparés, polis, et assemblés en chaîne.

Fil, Filature.

173. Le moyen le plus simple de faire du fil est d'employer le *fuseau*. La fileuse a une *quenouille* chargée de filasse d'où elle tire incessamment la matière à filer, avec ses deux mains; elle l'étire, la tord et distribue les brins avec égalité, puis achève la torsion en imprimant au fuseau le mouvement de rotation. Ce fuseau porte une pointe de fer qu'elle saisit entre deux doigts pour la faire

pirouetter. Le bout supérieur est façonné en vis allongée, et terminé par un crochet où le fil est arrêté. Quand le fuseau est descendu près de la terre, il faut pelotonner l'aiguillée, et en recommencer de même une autre.

Cette manière de filer est très-lente; mais le fil en est beau. C'est même ainsi que se fait encore le fil à dentelle qui se vend de deux à trois mille francs le demi-kilog., le fil de laine des cachemires de l'Inde, etc.

174. Le *rouet à filer* ressemble à celui du cordier. C'est encore une roue à manivelle, entourée d'une corde sans fin; cette corde fait tourner une petite poulie, ayant une broche au centre, qui fait tordre la filasse (*V.* n° 548, fig. 117); le fil se roule en pelote à mesure qu'il se fait. Ce procédé est beaucoup plus rapide que le fuseau, mais ne l'est pas encore assez pour suffire aux besoins des manufactures.

175. Les *filatures* sont de grandes machines mues ordinairement par des roues hydrauliques, ou la force de la vapeur; l'objet est de réunir les brins d'une matière filamenteuse en un cordon très-égal d'épaisseur, et de tortiller ce cordon pour en rendre toutes les pièces solidaires, sans aucun défaut. On traite ainsi le chanvre, le lin, la laine, le coton, les étoupes; mais, comme ces substances diverses ont dans leur organisation des particularités spéciales, chacune doit exiger, dans la filature, des procédés modifiés. Avec ces machines, un seul homme peut faire trois à quatre cents fils à la fois; mais jusqu'ici le chanvre et le lin ne se sont prêtés que dans certains ateliers à la filature par machine : le prix de 1 million qu'avait proposé l'empereur Napoléon n'a pas été remporté. C'est surtout le coton qu'on soumet à ce genre d'opération, ainsi que nous allons l'exposer; le chanvre et le lin sont d'ailleurs filés d'une manière presque semblable.

Coton.

176. Le cotonnier croît dans les pays chauds; le Levant, l'Inde orientale, sont ses patries; on l'a transporté en Afri-

que, en Amérique, et même on le cultive dans le sud de l'Europe. C'est un arbuste qui se plaît non loin de la mer, dans les lieux arrosés : il en est de plusieurs espèces. Les graines sont enfermées dans des capsules, et portent une aigrette d'un blanc éclatant, qui est le *coton* dont on fait tant d'usage. Cette matière bourre la capsule, et est mêlée aux graines qu'elle surmonte. Les Antilles, la Guyane, le Brésil, Le levant fournissent la plus grande partie de ce qu'on en consomme en Europe. Il y a des espèces d'où l'on tire deux récoltes par an; d'autres qui fructifient dès leur première année, et peuvent fructifier entre deux hivers.

Un peu avant la maturité, on cueille les capsules, et on les étale pour les faire sécher : on détache le coton des graines, soit à la main, ce qui est très-long, soit en passant au moulin, qui est formé de deux cylindres cannelés tournant en sens contraire par le moyen de roues et d'une pédale. Comme les surfaces de ces cylindres sont parallèles et voisines, la graine se détache et tombe. On emballe le coton et on le vend.

Le basin, le piqué, la futaine, le drap et le velours de coton, les toiles, etc., sont fabriqués avec le coton pur ou mélangé. Les étoffes du Bengale sont si fines qu'une tabatière peut en contenir plusieurs aunes de long. Les calicots, percales, mousselines, etc...., sont des tissus qui ne diffèrent que par la finesse de leurs fils, et quelques procédés de fabrication. Les bas, bonnets, mèches de lampe et de chandelles, sont faits en coton. On est parvenu à travailler cette substance de mille manières, avec une si grande économie, que les cotonnades sont à très-bon marché. Voyons comment les *filatures* font usage des procédés de la mécanique pour exécuter tant de précieux travaux.

C'est principalement à Hargreaves et à Arkwright, simples ouvriers anglais, sans instruction, mais créés mécaniciens par la nature, qu'on doit les inventions modernes dont nous retirons tant d'avantage. Le coton des *balles* est très-comprimé et sali par des débris végétaux : on l'ouvre et on l'éparille sur une claie en cordelettes tendues, où on le bat avec des baguettes. Des éplucheurs ôtent, à la

main, les corps étrangers, les nœuds durs, etc. Quand le fil ne doit pas être très-fin, ce travail préparatoire peut être fait plus vite avec des machines nommées *batteur éplucheur* et *batteur étaleur*. On étend le coton sur une toile sans fin mobile entre deux rouleaux ; ce qui livre la matière à des cylindres tournant rapidement qui portent des battoirs; à l'aide de la ventilation, on chasse la poussière et les durillons. Ces battages ouvrent le coton, le dépouillent, et l'étalent sur une toile métallique, d'où il sort roulé en nappe sur un cylindre.

La *carde* (nº 177) réduit ensuite le coton à l'état de ruban. Cette machine est un tambour tournant sur son axe, et dont la surface est enveloppée de cardes, à petits clous d'épingles coudés, dont la pointe aiguisée est parfaitement nivelée à l'émeri. Un autre cylindre enveloppe celui-ci et porte aussi des cardes sur la surface concave; les pointes y sont coudées en sens contraire des premières et en sont très-peu écartées. Un appareil *nourrisseur* amène le coton, qui est saisi entre ces deux cardes, et passe à l'autre extrémité du diamètre, où un troisième cylindre, aussi recouvert de cardes et mobile, enlève le coton. Enfin, un peigne d'acier, par ses petits mouvements alternatifs, détache la matière et façonne la nappe continue, en un long ruban.

Vient ensuite l'*étirage :* le ruban passe entre deux cylindres tournants comme dans les laminoirs; les diamètres sont inégaux et l'un est cannelé; puis de là dans un second laminoir qui va deux fois plus vite, et enfin dans un troisième qui court plus vite encore. Le ruban est étiré, et il se fait des compensations qui donnent un beau ruban de grosseur uniforme à fils parallèles. Il en résulte un boudin qui tombe dans une *lanterne* tournante en fer-blanc, où il reçoit un premier tors, tel est le *boudinoir :* il est ensuite livré à la *bobineuse,* machine qui le roule sur une bobine.

La *jeannette* ou *Mull-jenny* opère le filage. Cette machine fait passer le boudin des bobines entre trois paires de cylindres cannelés, à diamètres différents et à vitesses croissantes, ce qui allonge encore le coton, comme ci-devant. Au sortir du troisième de ces laminoirs, la mèche se rend à une

broche tournante pour produire son fil. Il y a trois à quatre cents de ces broches portées ensemble par un chariot mobile sur quatre roues, tantôt en avant, tantôt en arrière, sur des lignes bien parallèles. Une grande roue qu'on fait tourner communique une rotation rapide aux broches, et le mouvement de progression au chariot. Le chariot recule à mesure que le fil lui est fourni par les laminoirs; arrivé au bout de sa course, il pousse une détente qui le désengrène et l'arrête, ainsi que les laminoirs. Le fil s'est formé sous un certain degré de torsion qui le soutient : alors le fileur continue à tourner la roue et complète la torsion, puis ramène le chariot près des cylindres, ce qui envide le fil sur les broches, et fait partir une autre détente pour rétablir l'engrenage comme avant, et ainsi de suite. Tous ces effets se succèdent d'eux-mêmes, sans que le fileur s'en mêle.

On a imaginé encore des métiers continus à filer, dont les broches sont, soit horizontales, soit verticales, les bancs à broches en gros et en fin, etc.; mais ces détails ne peuvent trouver place ici.

Au sortir des métiers, le fil est mis en écheveau sur un *dévidoir* (*) dont le contour est juste de 1 mètre; chaque écheveau contient dix échevettes de cent fils, en tout 1,000 mètres de longueur. La désignation de finesse s'en fait par un *numéro* qui indique combien il faut d'écheveaux pour peser un demi-kilogramme; ainsi le nº 80 est celui dont quatre-vingts écheveaux, ou 80 mille mètres de long, pèsent un demi-kilogramme.

On a imaginé une *pelotonneuse*, machine où le coton se présente de manière à se rouler en boule et à y former un

(*) Le *dévidoir* est composé d'un axe en fer ou en bois, tournant à manivelle sur des supports; l'*asple* est formé de six bâtons et plus, parallèles à l'axe et à égales distances, soutenus par des bras. Le fil s'enveloppe sur l'asple en écheveau de forme polygonale, lorsqu'on attache le bout à l'un des bâtons, et qu'on fait tourner la manivelle. On adapte ordinairement à l'axe des dévidoirs de filatures, un rouage qui fait frapper un coup quand la rotation a accompli un nombre déterminé de tours. On arrête alors l'écheveau qui a son fil d'une longueur fixée par le contour de l'asple et le nombre des révolutions.

charmant réseau ; c'est ainsi que sont faites ces élégantes pelotes de coton qu'on vend si bon marché. Sans le secours de cette petite machine, le seul pelotonnage, aussi habilement arrangé, coûterait mille fois plus que le coton même, et ne serait jamais aussi bien disposé.

Laine.

177. La laine est le poil crépu de certains animaux, tels que la chèvre, la vigogne, et surtout le mouton ; elle est mêlée à un poil dur, luisant, qui ne prend pas la teinture, nommé *jarre*. La plus estimée est celle de Saxe, d'Angleterre, des mérinos espagnols, de Maroc, des chèvres du Thibet, etc. La tonte des moutons, faite en juin, est préférée ; celle des peaux de la boucherie est d'une qualité inférieure, parce qu'on l'enlève à l'aide de la chaux.

Il faut détruire, par des lavages, le *suint* des laines, avant de s'en servir (*Voyez* n° 166) ; cela fait un déchet de moitié et même des $\frac{2}{3}$ du poids. Après ce lavage, on presse les laines, on les fait sécher, on les blanchit et on les peigne.

Si l'on destine la laine à faire des *matelas*, il suffit de la carder, en la faisant passer par poignées entre deux cardes qu'on manœuvre à la main. Ces cardes sont des planchettes carrées ayant un manche, et dont la surface est couverte de petites pointes égales et coudées obliquement ; ces crochets doivent être tous parallèles, régulièrement plantés et nivelés. La laine est prise entre deux cardes qu'on tire en sens contraires, et est forcée de disposer ses fils parallèlement, laissant à leur élasticité naturelle la facilité de se développer. Elle occupe alors beaucoup d'espace ; on l'enferme entre deux toiles, et on pique l'épaisseur en quinconce.

Quand les matelas sont fatigués par l'usage, on les carde de nouveau. On commence à se servir, pour cette opération, d'une machine à cylindre tournant, semblable à celle des filatures (page 156).

Pour filer la laine, on la cardait autrefois comme on vient de le dire, et on en formait de petits boudins de 20 à

25 centimètres de long. La fileuse prenait successivement chaque boudin de la main gauche, et le présentait au bout de la broche simple et sans bobine d'un rouet, et, de la droite, elle imprimait un mouvement alternatif à la roue, tantôt pour tordre et former l'aiguillée, et tantôt pour l'envelopper sur la broche. La fileuse lâchait successivement la quantité de boudin nécessaire pour l'aiguillée.

Par les nouvelles machines, l'opération marche bien plus vite et avec plus de régularité. On passe d'abord la laine au *diable* ou *loup*, qui doit l'ouvrir. De là on lui fait subir un second battage avec ventilation qui la débarrasse de la poussière. Pour carder et filer la laine, il faut y verser un quart de son poids d'huile; on donne ensuite le *droussage*, premier degré de cardage : puis on passe à la carde en fer. Les *loquettes* qu'on en tire sont assez courtes; des enfants les soudent bout à bout, ce qu'on appelle des *boudins*, qu'on file en gros, à l'ordinaire. Ce travail suffit pour fabriquer des draps communs; la machine qui opère ce filage s'appelle *jeannette* ou *Mull-jenny*.

Pour filer en fin, il faut passer à une autre machine : un enfant soude les boudins; un autre, près de la fileuse, rattache les fils qui se cassent. La jeannette a ordinairement de quarante-huit à soixante broches qu'une seule personne conduit.

Pour les fils de chaîne de draps, on se sert d'un métier appelé *throstle*, ou métier hydraulique, parce que, dans l'origine, l'eau était le moteur. Les fils en gros, placés sur des bobines, passent par deux laminoirs cannelés, dont les vitesses sont inégales, et qui étirent le fil et l'allongent au degré de finesse voulu. Il reçoit ensuite le tors en se portant sur une broche à ailettes, comme dans le rouet ordinaire; les broches sont tournées par des courroies sans fin, communiquant du moteur à des poulies sur leur axe. Le fil de chaîne a besoin de beaucoup plus de force que celui de trame, et cet appareil remplit bien son objet.

Les draps légers à l'usage des femmes, tels que mérinos, etc., ne se font pas avec la laine grasse cardée, mais avec de la laine peignée. On les traite par la Mull-jenny à peu près comme le coton.

Soie.

178. La soie est produite par une chenille originaire de l'Asie orientale. Le *ver à soie* sort d'un œuf ou *graine*, dès que la chaleur printanière se fait sentir ; il se nourrit des feuilles du mûrier blanc, arbre qu'on cultive exprès pour cet objet, et qui se plaît dans les climats tempérés ou chauds. L'insecte change quatre fois de peau, et, après vingt-cinq à trente jours d'existence, il s'enferme dans une coque ou un *cocon* ovale qu'il se file, et s'y métamorphose en *nymphe* ou *chrysalide :* il emploie trois à quatre jours à construire cette demeure, et y reste dix-huit à vingt. Le papillon éclôt alors, et il perce un bout de sa coque, qu'il a amollie avec une liqueur, y laissant ses deux peaux, dépouilles du ver et de la nymphe. Ensuite le mâle recherche la femelle : il y a accouplement, puis séparation ; la ponte se fait et les deux sexes meurent, après avoir vécu huit à dix jours sous leur dernière forme, sans prendre aucune nourriture. La durée entière de leur existence ne dépasse pas deux mois.

L'éducation des vers à soie se fait en grand, à la Chine, au Mogol, dans la Perse, en Piémont, en Provence, en Languedoc ; il faut que les localités conviennent au mûrier qui doit nourrir ces vers. Cet arbre y est dépouillé de ses feuilles par le cultivateur, qui les porte au marché, où l'on vient les acheter.

L'enceinte où se fait la nourriture des vers à soie s'appelle *magnanière*. Comme il importe que les œufs n'éclosent que quand on a des feuilles, et pas les uns après les autres, on en retarde le moment en mettant les œufs dans un lieu frais : puis quand on veut les faire éclore, on les expose à la chaleur du lit, ou d'une étuve, qu'on élève depuis 16 degrés, et qu'on entretient à 24 pendant huit à dix jours. Mille soins sont nécessaires pour nourrir, tenir proprement ces petits êtres ; leur donner de l'air, y maintenir une température d'environ 16 à 20 degrés, etc. ; car des maladies graves peuvent détruire la vie de ces insectes, qui sont sujets à des épidémies meurtrières.

Quand le ver cesse de manger, il devient transparent,

et se vide de ses excréments; on lui fournit alors des rames sur lesquelles il grimpe pour filer la coque, où il doit subir ses dernières métamorphoses de chrysalide et de papillon. On met en réserve les plus beaux cocons pour obtenir de la graine destinée à la reproduction de l'année suivante. Le papillon en sort après avoir mouillé un bout de sa coque et l'avoir percée : il s'accouple, pond et meurt. Les œufs sont naturellement enduits d'une gomme qui les colle sur la feuille de papier où l'on a soin de placer les papillons.

Quant aux cocons qui doivent fournir la soie, il faut, au bout de quelques jours, étouffer ces animaux pour les empêcher de trouer leur cocon; car si on laissait à la chrysalide le temps d'éclore, son cocon percé n'aurait plus de valeur. C'est en exposant les cocons cinq à six jours aux ardeurs du soleil, ou les mettant dans l'eau bouillante, ou dans un four chaud, qu'on détruit l'existence des vers.

On a trouvé que la soie d'un cocon pèse 1 $\frac{1}{3}$ décigramme et que son fil est long de 230 à 360 mètres, ce qui donne une idée de l'excessive ténuité de ce fil, qui cependant a beaucoup de force, surtout quand on en réunit plusieurs ensemble.

A proprement parler, la soie n'éprouve pas une véritable filature à la manière du lin, du chanvre, etc., puisque le fil est tout formé. Pour l'employer aux tissus, il faut seulement le dévider, ce qu'on appelle le *tirage*, puis tordre plusieurs fils en un seul, ce qui constitue le *moulinage*. Après quoi viennent le *dégommage*, le *décreusage*, que nous avons déjà décrits, page 147.

Pour tirer la soie du cocon, on enlève d'abord la bourre dont il est entouré, et qui n'est pas susceptible d'être dévidée; on jette les cocons dans de l'eau presque bouillante, et on les remue avec un petit balai, après lequel le fil principal s'accroche : on le saisit, et on réunit cinq à vingt de ces fils, selon les cas, pour les dévider à la fois. Les fils se roulent sur l'asple d'un dévidoir qu'on fait tourner avec une manivelle, ou plutôt une pédale. Mais pour donner à la soie plus d'égalité, il faut faire deux fils à la fois, et les entre-croiser, afin que ce roulement façonne la soie. En outre les fils doivent se rouler sur le dévidoir en manière

de zigzag, pour qu'ils ne se collent pas ensemble. Le mécanisme du dévidoir produit seul ces effets. Chaque fil passe dans l'œil percé au bout d'une tige qui s'avance au-dessus de la bassine où sont les cocons; de là il va sur des poulies et dans une lunette qui reçoit un mouvement de va-et-vient de la manivelle. Ainsi l'eau chaude dissout la gomme qui attache les fils sur le cocon, et ces fils montent dans l'œil de la tige ou griffe; les fils des deux écheveaux sont croisés l'un avec l'autre pour que le frottement et la torsion les rendent plus nerveux et plus unis. Ils vont à la lunette, qui, par ses mouvements alternatifs, les porte de côté, et ils se placent sur l'asple du dévidoir, en zigzag, l'un à un bout, et l'autre à l'autre bout. C'est ce qu'on appelle de la *soie grége.*

Le fileur doit avoir soin de maintenir ses fils de même grosseur; ainsi il substitue des fils à ceux qui cassent, ou aux cocons épuisés, car on ne peut les dévider jusqu'au bout; l'intérieur du cocon n'est plus un tissu, mais une membrane; on ouvre cette enveloppe et on la joint à la bourre sous le titre de *fleurets*, avec les cocons troués.

On donne les chrysalides aux cochons, aux volailles, etc.

Il faut encore remarquer qu'à mesure qu'on dévide un cocon, son fil s'appauvrit; l'animal, en avançant son filage, épuise sa provision de cette liqueur qu'il contient, et qui se durcit en soie dès qu'elle prend l'air. Ainsi le tireur doit ajouter de nouveaux fils quand il approche du terme, pour conserver de l'égalité à la soie. Cette liqueur, qui est destinée à prendre la consistance de soie, est de la même nature que celle des araignées, et l'animal la dépense peu à peu pour ses besoins.

On a même réussi à tirer du corps de la chenille à soie toute sa provision, et à l'étendre, soit en membrane très-mince et très-légère, soit en fil très-fort, ou *crin* pour les hameçons. (*Voy.* page 62.)

179. La soie sert à fabriquer les taffetas, satins, damas, velours, crêpes, brocarts, gros de Tours, etc., et autres étoffes qui diffèrent entre elles par des procédés d'exécution. La plupart du temps, les cocons sont jaunes. L'eau bouillante délivre la soie de la couleur et de la gomme;

mais il y reste encore une sorte de cire dont on ne se débarrasse que par des moyens chimiques, qui constituent le *décreusage*, ce qui rend la soie blanche. Ces procédés la disposent à recevoir la teinture. La soie de Chine est naturellement blanche, et comme le décreusage est inutile, elle n'en éprouve pas les effets qui en ôtent le nerf; aussi est-elle plus estimée que la nôtre.

On donne le nom d'*organsin* à la soie la plus belle et la plus légère ; on en compose la chaîne des étoffes ; il est tordu à six, sept ou huit brins, formant une corde fine et forte : la trame est en soie plus faible, et formée de dix à douze brins moins tordus.

La bourre, les cocons percés, ceux qui sont doubles ou à deux vers, enfin tout ce qui ne peut pas être dévidé, est battu sur le billot, écrasé, bouilli dans l'eau de savon ; puis on peigne cette matière ou *fleuret*, on la carde, on la file au fuseau, au rouet, à la machine, et on en fait de grosses étoffes, de la soie à coudre, de la bonneterie, etc. La soie ainsi travaillée est ce qu'on appelle *filoselle*, *capiton*, *coconille*..., suivant l'usage qu'on en fait.

Dans une entreprise de nourriture de vers à soie, on estime que le produit est bon, lorsque 30 grammes de graines ont rendu 41 kilogrammes de cocons et 4 kilogrammes de soie grége; on croit que la soie qu'on obtient n'est que le quatorzième du poids des feuilles de mûrier consommées. Ces feuilles sont achetées au marché, où le cultivateur les apporte; en sorte qu'il faut réunir dans le même pays les deux industries, lorsqu'on veut y faire de la soie.

L'eau chaude est employée dans le tirage de la soie pour détacher les fils qui sont collés l'un sur l'autre par une sorte de gomme; alors le cocon se dévide comme une pelote. L'atelier contient autant de foyers et de bassines en cuivre qu'il a de dévidoirs. On se sert maintenant de bassines en bois, où l'eau est chauffée par la vapeur d'eau qu'on y fait arriver d'une chaudière unique. Tous les dévidoirs sont tournés par un seul moteur, tel qu'une roue hydraulique, etc..... Les ouvriers n'y sont occupés qu'à diriger les fils.

Toiles, Draps, Soieries, Tissus.

180. L'industrie nous procure mille jouissances qui étaient inconnues à nos pères ; le plus simple bourgeois vit aujourd'hui avec plus de splendeur et d'aisance que les plus grands seigneurs des siècles passés. Les toiles, si communes maintenant, sont des inventions modernes. Sous le règne de Charles VII, le linge était si rare et si cher, que la reine possédait seule deux chemises de fil. Exposons l'art de cette utile fabrication :

Lorsqu'on a fait dégorger le fil de lin ou de chanvre dans l'eau tiède, avec du *savon vert*, on commence par ourdir la *chaîne ;* on nomme ainsi un système de fils parallèles qui règnent dans toute la longueur de la toile qu'on veut faire. La *trame* ou *duite* est formée de fils qui croisent perpendiculairement ceux de la chaîne selon la largeur, passant alternativement dessus un fil, dessous l'autre, par entrelacs. Ce travail se fait comme on va le dire, avec une *navette :* c'est un petit morceau de bois long et étroit, très-poli, percé au milieu d'un trou rond, pour recevoir une bobine chargée du fil de trame. Ce fil passe par un petit trou au bout de la navette ; celle-ci est montée sur des galets pour rouler facilement quand elle est poussée, comme on va le dire, entre les fils de la chaîne.

Le métier est monté sur un bâti ; le tisserand est assis sur un siége incliné, ayant devant lui un cylindre horizontal, sur lequel il enroule la toile à mesure qu'il la confectionne : au bout est un autre cylindre, où sont enroulés les fils de la chaîne, qui restent tendus de l'un à l'autre cylindre et parallèles. Ces cylindres s'appellent *ensouples.*

Chaque fil de chaîne est passé dans un petit anneau, suspendu en l'air à deux traverses horizontales, et tiré en bas par un poids ; les fils de rangs pairs passent dans les anneaux de la traverse antérieure, et ceux de rangs impairs dans les anneaux postérieurs : c'est ce système qu'on appelle des *lisses.* Les lisses sont quelquefois de longues aiguilles d'acier percées d'un œil au milieu de leur longueur,

le fil de chaîne passe dans cet œil ; les aiguilles sont portées verticalement par les deux traverses.

Deux pédales, ou *marches*, sont en correspondance avec les traverses des lisses, par des cordes et des poulies, de manière à être mues, haut et bas, par les pieds de l'ouvrier ; et les choses sont agencées de manière que, quand une traverse monte, l'autre descend, et réciproquement, selon qu'on attaque l'une ou l'autre marche. Il en résulte que, tous les fils de la chaîne étant tendus sur les deux ensouples, lorsque le tisserand pèse sur une marche, tous les fils de chaîne cèdent à leur élasticité ; les uns montent, les autres descendent, formant deux surfaces planes, inclinées l'une vers l'autre, qu'on appelle le *pas de la chaîne*. C'est dans cet espace angulaire, qui est près de lui, que le tisserand passe la navette, qui y dépose un fil de trame.

Pour presser ce fil au sommet de l'angle formé par les deux plans inclinés, l'ouvrier se sert d'un *battant*. C'est une traverse de bois horizontale, qui est suspendue au-dessus des fils par deux montants à pivots, en haut du métier, de manière à pouvoir prendre un mouvement d'oscillation d'avant en arrière. Cette traverse porte un peigne d'acier, dont les dents, en égal nombre à celui des fils de chaîne, les sépare les uns des autres : ce peigne s'appelle *ros*.

Quand la navette a déroulé son fil de trame, en passant dans le pas de la chaîne, le tisserand donne un coup de son battant, et le ros, appuyant sur le fil de trame, le pousse au sommet de l'angle des deux plans inclinés. Alors il éloigne le battant et pèse sur l'autre marche, ce qui relève la première, ainsi que tous les fils descendus, et descend au contraire les fils qui étaient montés. Il donne alors deux ou trois coups avec son battant pour bien serrer le fil, puis donne un coup de battant, et ainsi de suite.

Comme le passage de la navette exige du temps, et même deux ouvriers, quand la toile est large, on a imaginé de la lancer, d'un côté à l'autre, par un choc que le tisserand donne avec un taquet placé au bout de la traverse du battant. Il saisit à la main un manche qui est devant ses yeux, et le poussant à droite ou à gauche, la navette est projetée, parce qu'une corde liée au manche et au taquet, à l'aide de

poulies, communique le mouvement : c'est ce qu'on appelle la *navette volante*.

Pour que la chaîne résiste aux coups du battant, on la fait de fils plus forts que ceux de la trame. L'*ourdissage* est l'opération qui enroule les fils sur l'ensouple du bout du métier, les fait passer dans l'œil des lisses et entre les dents du peigne, et les attache sur l'ensouple d'avant, ou sur un autre cylindre placé en dessous, nommé *déchargeoir*, qui reçoit la toile à mesure qu'on la fait. On renforce la chaîne en lui donnant un encollage nommé *parou* ; cet apprêt est mis sur chaque partie de la chaîne qui se déroule de l'ensouple, pour qu'elle reste humide.

181. Le travail du tisserand, tel qu'on vient de le décrire, a été beaucoup perfectionné par les mécaniciens. On a imaginé des machines pour ourdir, parer les chaînes, et mouvoir les lisses, la navette et le battant, le tout par un mouvement de rotation continue qui se communique aux diverses parties de l'appareil. On a même combiné les dispositions de manière à façonner le réseau de différentes façons : les métiers dits à la *Jacquart* ont rendu d'immenses services à l'industrie, qui les a modifiés de mille manières. Il ne nous est pas possible d'entrer ici dans tous ces détails : c'est ainsi qu'on fait les étoffes brochées, croisées, etc.

La toile, au sortir des mains du tisserand, est *écrue*, c'est-à-dire dure et bise ; on lui donne même un apprêt qui consiste à aplatir tous les fils pour boucher les mailles du réseau : c'est ce qu'on fait avec une presse. Nous avons dit comment on enlève l'apprêt, le parou et la matière colorante du fil (*Voyez* nº 162).

182. Le travail des toiles de coton est absolument le même que celui des toiles de lin et de chanvre. Aujourd'hui toutes les fabriques, tant de filatures que d'étoffes, marchent d'une manière continue par la force de la vapeur ou d'une roue hydraulique : le blanchiment est une opération subséquente. Comme le coton est pelucheux, l'étoffe est recouverte d'un duvet qu'il faut enlever. Pour cela, on passe rapidement la toile sur un cylindre de métal rougi au feu, ou bien sous un cylindre froid, mais

au-dessus d'un jet de flammes produit par une longue lampe à l'esprit-de-vin, ou par du gaz inflammable (*Voyez* n° 401). La toile doit être fortement tendue à la surface du cylindre ; elle y roule entraînée par la rotation de deux autres cylindres, sur lesquels elle s'enveloppe et se développe.

183. Les draps sont des toiles faites avec un fil de laine ; ainsi, après avoir désuinté, trié, épluché la matière, ce qui lui fait perdre quinze à seize pour cent de son poids, on teint la laine (Voyez *Teinture*). Cependant, souvent on teint le fil de laine, ou même le drap, après qu'il a été tissé : le fil se forme comme on l'a expliqué.

Le tissage se fait comme celui de la toile; il faut que la trame soit plus souple et moins tordue que la chaîne. On donne à l'étoffe une largeur double de celle qu'on veut avoir, parce que le foulage la rétrécira de moitié. On commence par tisser le chef en matières plus grossières et de couleur différente du drap. Il faut mouiller la trame. On limite la pièce de drap par un autre chef ou queue.

Quand le tissage est terminé, on enlève les fils doubles, on rapproche les *clairures*, on ôte les nœuds avec des pinces, ce qu'on appelle *épincetage*; enfin, on remédie à tous les défauts visibles. Ensuite il faut fouler les draps; on les lave avec de l'urine putréfiée, on les dégraisse à l'eau de savon, et on feutre, en soumettant le drap plié et replié à l'action de pilons. Ce travail est fait avec des machines appelées *moulins à foulon*. On fait ensuite sortir la peluche de laine, en mouillant et frottant avec une brosse, ou une machine armée de têtes de chardons.

Ce lainage est difforme ; on le régularise en tondant les poils d'égale longueur avec des ciseaux nommés *forces*, et on couche les poils à plat. Enfin, on *lustre* en soumettant à la presse.

La France consomme annuellement pour 214 millions de francs de draps, et en exporte pour 24 millions. Elbeuf en fournit seul pour 36 millions. Les plus beaux sont ceux de Sedan et de Louviers.

Les soieries, rubans, etc., se fabriquent absolument comme les toiles, sauf quelques procédés spéciaux relatifs

à la nature de la soie. Nous avons déjà parlé du décreusage et de la filature de la soie ; la formation du tissu est analogue à celle du taffetas ; il ne reste plus qu'à donner le lustre.

La teinture sera traitée plus tard.

Les fabriques de soieries lyonnaises sont les plus renommées de France.

La *gaze* est un tissu transparent de soie, ou soie et coton ; il est très-fin et clair. Les fils de la chaîne sont doubles ; l'un serpente autour de l'autre, par un mécanisme du métier, et il semble à l'œil qu'il n'y ait qu'un seul fil. Le *marli* en diffère par ses mailles très-larges.

184. Les *toiles métalliques* se font avec des fils de fer ou de laiton qu'on traite absolument comme ceux de chanvre. Quand ces fils sont très-fins, la trame se fait avec une navette, à l'ordinaire : s'ils sont un peu forts, deux hommes sont nécessaires pour les entrer dans la chaîne et les frapper.

185. Quant aux *toiles peintes*, dites *indiennes*, on les imprime en couleur à l'aide de *mordants*, comme dans la teinture ordinaire (nº 481).

186. Les *couvertures* de laine et de coton ne sont que des étoffes épaisses, composées de gros fils pelucheux, qu'on n'a pas tondus, et dont on a laissé le duvet. Le mode de fabrication est compris dans ce qui a été expliqué.

Tricot, Bas, Cordonnet, Lacet, Tulle, Dentelle, Filets.

187. Le *tricot* est un enlacement d'un seul fil noué et croisé sur lui-même. Longtemps on l'a fait à la main avec deux aiguilles ; mais aujourd'hui peu de personnes se livrent à cette occupation, dont on n'obtient que des résultats très-lents. Les bas, bonnets de laine, de coton et de soie, etc., sont aujourd'hui faits avec une machine, trop compliquée pour pouvoir être décrite ici. Le fil se joue et se croise précisément comme avec les aiguilles à la main, et cela par un seul effet du mécanisme. On fait même des jupons tricotés de cette manière.

188. Le *cordonnet* est composé d'une mèche de grosseur arbitraire et uniforme, enveloppée d'un tissu croisé par l'entrelacs d'un seul fil. Il sert à faire des cordons de sonnettes et de rideaux, des manches de fouet. C'est encore une machine à rotation continue qui produit ces entrelacs.

189. La *dentelle* se fait à la main avec des fils de lin très-fins, entourant de petites bobines aux bouts de divers fuseaux ; les fils sont croisés et noués sur un tambour, où chaque nœud est arrêté par une petite épingle. Le métier est une boîte couverte de bourre et de drap, ayant au milieu une *cave* où est fixé le tambour ; ce tambour tourne sur son axe, et sert à faire et enrouler la dentelle, à mesure qu'on l'exécute, en la descendant dans la cave. Ce tambour est recouvert de plusieurs draps dans l'épaisseur desquels on peut ficher de petites épingles perpendiculairement. Les points où ces épingles sont successivement plantées, sont marqués sur un vélin qui est piqué d'avance, selon le dessin qu'on veut exécuter : on les fiche au fur et à mesure du travail.

Les fuseaux sont très-déliés, et ont au bout une *casse* ou petite bobine, où est le fil qu'on arrête par un nœud provisoire, en laissant développé un peu de ce fil pour faire les points. Les fuseaux pendant du côté droit sont manœuvrés quatre à quatre en tordant les fils autour de l'épingle qui arrête le point, et passent du côté gauche les uns après les autres. Il y a soixante, cent, deux cents fuseaux, plus ou moins, selon l'ouvrage. On retire les épingles qui arrêtent les parties précédemment executées, pour faire servir de nouveau ces mêmes épingles. Le *picot* est le point qui borde la dentelle.

C'est à Bruxelles, Malines, Valenciennes, qu'on fait les plus belles dentelles : les points d'Angleterre et d'Alençon sont les plus renommés. La *blonde* est la dentelle faite avec de la soie.

Le *tulle* est une dentelle en coton, ou en fil, ou en soie, fabriquée à l'aide d'une machine.

Les *filets* sont composés de mailles qu'on fait une à une avec des aiguilles en acier ou en bois, selon la grandeur des mailles.

Couchers, Canapés, Oreillers.

190. Nous avons dit que les *matelas* se font avec la laine cardée (nº 177). On compte que, pour un matelas long de 2 mètres, il faut employer autant de fois 4 kilogrammes de laine, que le matelas a de fois 3 décimètres de largeur.

On pose les matelas sur une *paillasse* qui est composée de paille de blé ou de maïs, ou de balles d'avoine, ou etc. Cette paillasse est souvent remplacée par un matelas bourré en crin qu'on appelle *sommier*.

Pour rendre le coucher plus doux, on se sert d'un matelas en plumes, qu'on appelle *lit de plumes*, composé de duvet d'oie, de canard et d'autres oiseaux. Sous les ailes et le ventre de ces animaux, les plumes sont mêlées avec un duvet très-fin et très-élastique qu'on en arrache. Celui des oiseaux vivants est préféré, surtout à la fin de l'hiver. En général, c'est après les saisons froides et dans les climats rigoureux, que la nature pourvoit les animaux des plus belles fourrures, de la plus fine laine, du duvet le plus dense.

Ce duvet sert aussi à faire des oreillers, des traversins, des coussins de canapés et de fauteuils... On enferme ces plumes dans des sacs de toile serrée, passée au cylindre et couverte de *parou;* ce tissu ne laisse point passer les filets et corps minces qui y sont contenus. Il faut même boucher les pores en cirant (*Voyez* nº 480) cette toile, qu'on appelle *coutil*. Elle est ordinairement blanche à raies bleues : on la fait en *croisé*, avec fil, ou fil et coton.

Les couvertures sont en laine ou en coton, comme on l'a dit nº 186. Les courtes-pointes sont en coton cardé, appelé *ouate*, ou en effilochage de soie, qu'on enferme entre deux toiles ou deux taffetas, et qu'on pique en quinconce à l'aiguille. On fait aussi avec la *ouate* divers vêtements chauds.

La véritable ouate est le duvet soyeux que contiennent les fruits d'une plante de Syrie nommée *Asclepias*. On y supplée par le coton convenablement préparé, épluché, cardé,

arsonné, etc. Sur une toile en fil de fer sans aspérités, on ouvre le coton et on le bat; ce battage se fait ensuite dans un moulinet. On opère deux cardages; on borde la pièce et on l'encolle; enfin on la sèche, et elle est prête à être mise en œuvre.

191. Les couvre-pieds d'*édredon* sont faits avec le duvet d'un oiseau d'Écosse, de Norwége et autres contrées du Nord, appelé *Eider :* cet oiseau en tapisse le nid où il fait sa ponte, dans des rochers très-escarpés, voisins de la mer; ce n'est pas sans danger qu'on parvient à se procurer ce duvet, dans les lieux où réside l'oiseau qui le produit. Il se fait un grand commerce de ces plumes, qui sont d'une excessive ténuité.

Cuir.

192. Le cuir est la peau de bœuf, de cheval, de vache, de veau, etc., rendue imputrescible par un travail. Les peaux qu'on ne peut préparer aussitôt qu'elles sont enlevées aux animaux, doivent être séchées avec soin, ou même salées, pour les préserver de la corruption. C'est ainsi que nous viennent les peaux de Pologne, de Hongrie, de Russie, d'Amérique, etc. On en importe pour plus de 30 millions par an; car la France n'en produit pas assez pour sa consommation et son commerce extérieur. On appelle *cuir vert* la peau qu'on vient d'enlever à l'animal mort.

Dans son état naturel, la peau des animaux s'use vite par le frottement; elle absorbe l'humidité, se putréfie : ces défauts disparaissent, quand la peau est combinée avec une matière végétale particulière, appelée *Tannin,* qui est contenue dans l'écorce de chêne, de saule, d'aune, de sumac, de bouleau, et dans diverses autres parties des plantes, qui leur donne une astringence très-marquée.

Le tanneur, après avoir supprimé les cornes, lave les peaux, les râcle pour ôter le sang et les autres substances étrangères. Il en enlève ensuite les poils; pour détruire l'adhérence pileuse, on met les peaux dans une fosse avec de la chaux vive et de l'eau, ce qui constitue le *plamage :*

on rend l'action de plus en plus active, en renouvelant le bain des fosses ou *plaims* avec de plus fortes doses de chaux. On peut remplacer l'eau de chaux par de l'acide sulfurique étendu d'eau, ou en faisant fermenter, avec de la farine d'orge, de la levure (*Voy.* n° 155) et de l'eau tiède.

Les peaux étant bien gonflées et ramollies, on les épile, sur un chevalet, avec un couteau rond, et on enlève aussi l'*épiderme*, mince pellicule qui recouvre la peau : c'est ce qu'on appelle *débourrer*. La macération, le lavage, la râclure se répètent plusieurs fois. Si la peau est mince, on la soumet de suite au tannage : mais le cuir épais des semelles doit encore être *gonflé* dans une dissolution acide ou alcaline ; ensuite on le plonge dans une eau de tan presque épuisée. Alors on peut tanner.

Presque tout le *tan* qu'on consomme se tire du chêne. On enlève son écorce, on la fait sécher en plein air, et on la réduit ensuite en poudre grossière dans des moulins. Cette poudre est le tan ; lorsqu'elle a été employée au tannage, on la fait sécher, et on la brûle, soit en poudre, soit en la moulant, ce qu'on appelle *mottes à brûler*. On s'en sert aussi, sous le nom de *tannée*, comme engrais, ou pour entretenir la chaleur autour des pots de fleurs, dans les serres, pendant l'hiver. On calcule qu'il faut quatre à cinq fois plus d'écorce, en poids, que de cuir épais qu'on veut tanner.

Dans une fosse, on étend une couche de tannée de 16 centimètres, sur laquelle on répand 27 millimètres de tan neuf. On y développe une peau, puis on recouvre d'une couche égale de tan ; puis on étend une peau, et ainsi de suite. On foule bien chaque couche sous les pieds. Quand la fosse est remplie, on la recouvre d'un lit épais de tannée ; on fait couler l'eau lentement, pour dissoudre le tannin et pénétrer toutes les peaux. Au bout de deux ou trois mois, comme le tan est épuisé, on retire les peaux et l'eau, et on répète l'opération avec du tan neuf ; il faut laisser travailler le tan pendant un mois de plus que la première fois. Enfin on réitère une troisième immersion pendant cinq mois. Le tannage dure ainsi un an, et même quelquefois dix-huit mois.

M. Seguin a beaucoup abrégé ces opérations, en ne se servant que de l'eau chargée des principes du tan. Il met cette substance dans des tonneaux remplis de tan neuf, et les fait traverser tous successivement par de l'eau qui, filtrant à travers le tan, emporte tout le tannin. Il obtient ainsi des liqueurs plus fortes les unes que les autres; c'est dans la plus faible qu'il plonge d'abord les peaux, après qu'elles ont été débourrées, gonflées, passées. Quand elles sortent du liquide le plus chargé de tannin, l'opération est terminée, et n'a duré qu'un mois. Le cuir ainsi préparé est moins flexible, plus cassant que celui du premier procédé.

On a même encore perfectionné le procédé, en soumettant les peaux, dans la dissolution de tannin, à l'action de maillets qui la font pénétrer avec rapidité. Le tannage est ainsi exécuté en six semaines ou deux mois au plus.

Lorsque le tannage est complet, on retire les peaux des fosses, on les fait égoutter, et on les passe entre deux cylindres en fer, pour leur donner de la flexibilité. On brosse les cuirs épais, on les frotte avec une lame de cuivre polie, et on les lustre avec une planche couverte de liége : elles sont alors propres à faire des semelles, etc.

193. Quant aux peaux de veau, c'est le corroyeur qui achève de les préparer et de leur donner de la souplesse. Il les trempe, les rogne, les nettoie, les étend, les frappe avec une masse armée de pointes mousses, en les roulant à mesure. Ensuite il dégrossit les peaux du côté de la chair avec un couteau dit *à revers*, dont le tranchant est incliné; il leur donne une épaisseur uniforme : un disque tranchant, nommé *lunette*, lui sert au même usage; ce disque porte dans son milieu une ouverture où l'on passe la main : l'opération s'appelle *drayage* ou *parement*. Il faut ensuite travailler la *fleur*, c'est-à-dire le côté du poil, pour enlever les aspérités avec une pierre à tranchant émoussé.

On fait à chaud un mélange de suif et du double d'huile de poisson, et on en imbibe les deux côtés de la peau. Quand elle est séchée, on la travaille avec un outil appelé *paumelle*, en foulant la peau et ouvrant le grain avec cet instrument. Le cuir est souvent noirci, à l'aide d'une com

position d'huile, de suif et de noir de fumée : c'est le côté de la chair qu'on teint avec ce mélange.

La peau de cheval, étant moins souple, doit être graissée au sortir du tan : ce cuir est très-poli ; on l'emploie aux tiges de bottes ; celui de porc est préféré, surtout pour couvrir les selles. C'est aussi le corroyeur qui prépare les cuirs de voitures, de harnais, etc. Le cuir jaune est teint par une dissolution d'étain et une décoction de sumac, après l'action du tannage.

194. Les peaux de mouton sont plus minces et exigent moins de travail. Après le lavage, le râclage et le gonflement, on les suspend dans un lieu échauffé à trente degrés ; il se produit une fermentation qui permet ensuite d'enlever la laine et une matière huileuse. On les met en fosse à l'eau de chaux pendant un mois et demi environ : on les râcle, on les fait dégorger, on les foule dans une cuve avec des jaunes d'œufs dissous dans l'eau et battus, ce qui donne du lustre aux peaux et achève la conversion en cuir. On les sèche à l'étuve et on les polit avec des fers chauds. Ces cuirs servent à faire des gants, à relier les livres, etc.

Les peaux de chèvre, de daim, de chamois, se traitent à peu près de même ; on les met ensuite à la teinture. Les cuirs blancs sont ceux de mouton, de chevreau, de lièvre, de chat, de chien.

195. Les hongroyeurs traitent le cuir épais à la manière de Hongrie, avec l'alun et le sel, qui tiennent lieu de tannin : on imbibe ensuite avec du suif très-chaud : c'est ce qu'on appelle *mettre le cuir à l'œuvre.* Le mégissier suit le même procédé pour les peaux fines. Le chamoiseur ne traite que des peaux fines qu'on ne pourrait tanner ; il en fait des gants, des culottes. Il foule ces peaux avec un moulin, et les pénètre d'huile jusqu'à refus : ensuite il les met à l'étuve et les dégraisse.

Le *maroquin* est préparé de même avec les peaux de chèvre, d'agneau, et on lui donne le grain avec une boule de bois, ou des cylindres taillés en rainures. Le *chagrin* se fait en semant sur la peau, après les premières opérations ordinaires, de la graine de moutarde, ou autre très-fine, la recouvrant d'un feutre et foulant. La graine y pénètre ;

mais en battant, elle se détache lorsque la peau est sèche, et y laisse de petites fossettes; on coupe à ras de leur fond, et on ramollit dans l'eau. Les creux des fossettes, en se gonflant, deviennent autant de saillies. On met ensuite en teinture bleue, verte, noire, etc.

196. Pour faire le *parchemin*, après avoir dépilé et gonflé la peau, on la décharne pour l'amincir, puis on la frotte avec de la pierre ponce. On emploie à cet usage des peaux de mouton, de chèvre, de jeune veau. Le *vélin* se fait avec les peaux de jeunes animaux avortés, d'ânes, de porcs... Les fortes peaux font les tambours, les cribles...

Ce qui donne au *cuir de Russie* l'odeur pénétrante qu'on y recherche, c'est que le tannage se fait avec l'écorce de bouleau On imite ce produit en faisant entrer dans un beau cuir l'huile essentielle de cet arbre.

La *basane* est une peau de mouton simplement passée au tan.

La *baudruche* est une peau excessivement mince, diaphane, flexible, qu'on fait avec la première peau des intestins de bœuf (n° 423).

Les cordes de violon, de guitare, etc., se font avec des intestins d'agneau, qu'on tire et tord ensemble.

Les débris des peaux servent à faire de la *colle forte* (n° 419).

Lorsqu'on fait bouillir le cuir, il prend une flexibilité particulière et se laisse mouler; on en fait des tabatières, des chapeaux, des cornets, etc.

197. Il arrive souvent qu'on veut conserver les poils sur les peaux préparées, pour en faire des housses, des fourrures, etc. C'est le mégissier qui se charge de ce travail; il ne passe point les peaux à la chaux, et les traite par l'alun et le sel, comme il a été dit. Ensuite le *pelletier* se charge de teindre et de lustrer les fourrures par des manipulations particulières. Il taille les peaux, les double et leur donne la forme et l'aspect que réclame la mode.

Les peaux des bêtes fauves sont préparées ainsi qu'il suit, pour en faire des tapis de pied. On nettoie la peau, on l'ébarbe et on la cloue sur un cadre : ce cadre est monté sur des tréteaux, le poil est en dessous, et on verse sur la peau

une infusion de sumac, qu'on fait pénétrer en frottant, appuyant, piquant. On lave ensuite, et on fait sécher. On recommence plusieurs fois ces opérations.

Poils, Crins, Cheveux.

198. La *bourre* est le poil des veaux, vaches.....; on en garnit des selles, des tabourets. Les bourreliers l'emploient à divers usages. Le poil de chèvre se file comme la laine, et on en fait des boutons, des ganses, des lacets..... Le poil de sanglier et de cochon est appelé *soie;* il sert aux cordonniers, pour faire entrer le fil dans les trous qu'ils ont pratiqués au cuir, avec une petite pointe d'acier courbe qu'on appelle *alène.*

Le poil de lapin et de lièvre sert à la chapellerie.

Les ongles et cornes se travaillent de mille manières (nº 223).

199. Le crin est le poil du cheval, pris à la queue et aussi à la crinière. Le plus long sert à faire des archets de violon et des toiles, des tamis, des étoffes, des sacs à raisin.... Le court se crépit et fait des matelas, des fauteuils, des selles, des coussins.

Pour garnir un archet, on assemble des crins égaux de longueur convenable; on en lie les bouts très-serrés avec un fil, et on brûle ce qui dépasse cette ligature, en trempant dans de la poudre de colophane, qu'on brûle pour souder ensemble le fil et les crins. Chaque nouet est ensuite enfoncé dans une petite cavité, l'une au bout de l'archet, l'autre à sa *hausse*, et y est retenu par un coin. On tend le crin autant qu'on veut à l'aide d'une vis qui mord dans un écrou fixé à la hausse.

Quant on veut tisser le crin, on tend la chaîne à l'ordinaire sur un métier exprès, et on en fait les fils doubles. Quelquefois cette chaîne est en fil de chanvre. La trame est passée dans les pas avec une navette, qui est une baguette de buis, terminée par un crochet auquel on attache chaque bout de crin. Ce métier a été tellement perfectionné, qu'on peut faire des dessins sur l'étoffe, en serrer les mailles à

volonté, etc. La teinture noire se donne au crin avec une espèce d'encre.

200. Les cheveux servent à faire différents ouvrages d'art; on les dégraisse dans une lessive de potasse; on les assemble d'égale longueur, et on les tresse, comme on ferait des fils, en séparant, avec des fuseaux, les brins ou mèches par quinze environ. On en fait des colliers, des bracelets et autres bijoux. En cousant solidement les cheveux par un bout sur un réseau, on en fait des *perruques*, pour garantir la tête des personnes chauves. On fait encore, avec les cheveux, des boutons, des bourses, etc. Pour ces ouvrages, on travaille une petite mèche de cheveux, encollée avec de la gélatine, comme s'ils étaient de la soie.

Aiguilles.

201. Les bonnes aiguilles viennent d'Angleterre, d'Aix-la-Chapelle... On en fait d'excellentes en France. Elles sont en fil d'acier, de grosseurs et de longueurs variées. Celles qui servent à coudre sont coupées de longueur double sur une botte de fils; on dresse bien ces fils pour en effacer la courbure de la bobine; un ouvrier en tient une vingtaine parallèles entre le pouce et l'index, et les présente sur une meule de grès tournant très-vite, pour faire la pointe; il les roule légèrement entre ses doigts, pour que cette pointe soit dans l'axe. Quand chaque bout est appointé, on coupe les brins au milieu, pour en faire deux aiguilles.

On donne un coup de marteau sur la tête pour y créer deux faces, sur lesquelles on emporte, de chaque côté, un peu de métal avec un outil; cela produit l'*œil*, qu'on travaille à la lime pour y façonner une gouttière. L'adresse de l'ouvrier est telle, qu'il se fait un jeu de trouer de la sorte un cheveu. Il faut surtout que l'œil de l'aiguille soit si poli qu'il ne coupe pas le fil.

On trempe ensuite les aiguilles en les chauffant au rouge cerise dans des boîtes fermées, et les jetant dans l'eau; on les recuit, on les polit en les frottant l'une sur l'autre

avec de l'émeri ; enfin on rafraîchit la pointe sur la pierre.

Ce petit outil passe quelquefois par les mains de plus de cinquante ouvriers, dont chacun est chargé d'une partie de la fabrication ; et c'est par cette grande division du travail qu'on donne ce produit à si bas prix ; car un très-habile artiste, qui voudrait employer son talent à bien faire une aiguille seule, y passerait une journée entière et ne réussirait qu'imparfaitement.

On fait aussi des aiguilles communes en fer, et on les cémente après coup (n° 347).

Les *lisses* à tisser (n° 180) se font de la manière ci-dessus indiquée.

Les aiguilles à tricoter sont en fil d'acier poli ; les *carrelets* ou aiguilles à tige forte et triangulaire, les *alènes* de cordonnier, etc., sont en acier trempé.

Épingles, Agrafes.

202. Presque toutes les épingles de France sortent de la fabrique de l'Aigle, où il s'en fait d'immenses quantités. L'opération ressemble beaucoup à celle qu'on vient de décrire, excepté la manière de faire la tête ; en outre, l'épingle est en fil de laiton blanchi. Ainsi on coupe le fil à la cisaille et en botte, ce qui produit la tige appelée *hanse ;* on le redresse, on dégrossit et on finit la pointe sur une meule, on taille de longueur, et on fait la tête.

Un ouvrier a du fil de laiton un peu plus fin que celui des épingles, et il le tortille sur une tige comme le fil des *bretelles* (n° 209) ; il le découpe en petits fragments dont chacun a deux révolutions de la spirale. On rougit au feu, et on trempe ces fragments pour les ramollir. Une femme attache et fixe la tête, en enfilant un fragment sur la tige, et faisant mouvoir avec le pied un marteau, du poids d'un kilog. environ, qui frappe sur la tête, lorsque la pièce est placée sur un outil fait à dessein.

On nettoie ensuite les épingles, en les faisant bouillir dans une eau de crème de tartre ; on les lave à l'eau pure, et on

les blanchit, en les faisant bouillir de nouveau dans une eau de crème de tartre, mais sur un plat d'étain : ce métal se dissout et se fixe sur l'épingle.

Une épingle passe dans les mains de quatorze ouvriers qui peuvent en faire cent milliers par jour environ; ce produit est à si bon compte que douze milliers d'épingles de 2 centimètres ne coûtent que 4 francs.

On fait aussi des épingles à la machine. Une pince tire le fil de laiton à travers l'engin qui le redresse; un coupoir taille la hanse; une pince la saisit au milieu et la passe à d'autres qui font la pointe sur des meules; une autre pince la porte à la pièce qui fait la tête, etc.

203. Les *agrafes* se font une à une avec du fil de laiton blanchi, ainsi qu'on vient de le dire; on se sert de petites pinces qui contournent le fil tantôt en *porte*, tantôt en *crochet;* et on coupe le fil surabondant.

C'étaient les sapeurs-pompiers de Paris qui étaient en possession de fournir toute la France d'agrafes, avant que M. Hoyau eût imaginé la jolie mécanique qui, d'elle-même, coupe les fils de longueur et les courbe, le tout par le seul mouvement d'un arbre tournant à manivelle.

Les épingles et agrafes noires se font en fer, et on les recouvre d'un vernis noir d'huile de lin et de noir de fumée.

Dé à coudre et à jouer.

204. Le dé à coudre est un petit cône creux et tronqué, qui est engagé au bout du doigt *medium*, pour pousser la tête de l'aiguille; il y a des dés en os, en ivoire, en or, en argent, en cuivre et en acier; les uns sont ouverts aux deux bouts, d'autres ont une calotte qui ferme une des extrémités.

On faisait autrefois des dés de métal en plusieurs pièces soudées; mais aujourd'hui on taille au *découpoir* un disque dans une lame de tôle; ce disque, de 5 à 6 centimètres de diamètre, est chauffé au feu, et on l'*emboutit*, c'est-à-dire qu'on le place au-dessus d'un creux pratiqué sur un *tas* d'acier, et avec un poinçon d'acier de la grosseur du doigt,

on frappe au marteau, pour forcer la lame de métal de se mouler sur le creux du tas On répète cette opération sur des creux successivement plus profonds, jusqu'à ce que le dé ait pris la forme voulue. Ensuite on polit les surfaces sur un *tour* ; puis avec une petite *roulette* d'acier, en forme de *molette*, c'est-à-dire garnie de pointes, on appuie sur le dé, et on y pratique une première ceinture de petits creux, puis une seconde, une troisième..., jusqu'à ce que le dé en soit couvert.

Les dés d'acier sont *cémentés*, et on y introduit un petit dé d'or fort mince, qu'on y force, et qui y reste comme soudé dans l'intérieur.

Le bord de l'ouverture des dés est entouré d'un anneau qu'on y entre de force, et qui reste engagé dans une moulure qu'on a gravée autour. Il ne reste plus qu'à réparer et polir.

Le *dé à jouer* est un petit cube d'ivoire, dont chaque face porte des points gravés au foret, et remplis par du noir au vernis. Les six faces carrées portent en opposition les nombres 6 et 1, 5 et 2, 4 et 3, en sorte que les points de dessus et de dessous réunis aient toujours 7 pour somme.

Boutons.

205. Dans un morceau de chêne, de noyer, de buis, etc., ou de tout autre bois dur et équarri, on taille, avec la scie, des lames minces ou planchettes, sur lesquelles on enlève des disques ou *moules de boutons*. On se sert pour cela d'un outil ou mèche (fig. 61), qui a une pointe pour percer le moule au centre, et sur le côté une dent coupante ; cette dent, en tournant, détache la circonférence. Ce mouvement de rotation est imprimé à l'aide d'une roue, à peu près comme on fait tourner les pièces du tour. Chaque moule est détaché de la sorte sur la lame de bois. On fait aussi des moules en corne, en os, en ivoire, etc. Il faut recouvrir d'étoffe les moules en bois, et les coudre sur les vêtements.

Les boutons de métal sont taillés dans une lame de cuivre, à l'aide d'un *emporte-pièce* ou d'un *découpoir à ba-*

lancier, qui frappe en même temps le nom du fabricant, et des dessins à la surface, comme lorsqu'on bat monnaie (no 522). On soude au centre, par-dessous, un petit anneau qui sert de queue pour attacher le bouton sur l'étoffe. Pour polir et réparer le bouton, on l'attache par sa queue, avec une peau de buffle, sur le tour en l'air, et avec l'outil déjà décrit, on rogne les bords. On dore et polit la surface, etc.

Cannetilles, Paillettes.

306. La cannetille est un fil de métal très-fin qu'on tire à la *filière* (n° 530), et qu'on roule en hélice sur une broche en fer, en se servant d'une petite machine, à peu près comme on fait les ressorts à boudin, bretelles, etc. Lorsqu'on a retiré la broche, on coupe chaque spire avec des ciseaux, et on a des cercles de métal. On frappe ces cercles au marteau, sur un tas d'acier poli, et à petits coups, pour aplatir le fil. Il en résulte de petites plaques rondes, percées au centre, et fendues selon un de leurs rayons : c'est ce qu'on appelle des *paillettes*. Il y en a d'or, d'argent, de cuivre, etc..... ; elles servent à la broderie.

On donne aussi le nom de paillettes aux parcelles d'or qu'on trouve dans les eaux de certaines rivières. (*Voy.* Or.)

V. MEUBLES, BIJOUX.

Balais.

207. On fait des *balais* avec des scions et brindilles de bruyère, de roseau et de toutes sortes de plantes flexibles, et même des plumes de dindon, etc. Mais ceux qui sont le plus en usage à la campagne, sont composés de rameaux de bouleau qu'on coupe après le temps de la séve, et qu'on réunit en botte avec des liens d'osier très-serrés et très-forts. On coupe tous les gros bouts de niveau, et on y entre de force la pointe d'un bâton servant de manche. On en fait aussi, pour les appartements, qui sont composés de mèches de crin, qu'on assemble et maintient, comme pour les brosses.

Brosses, Vergettes, Pinceaux.

208. Les *brosses* sont composées de crin, ou de *soies* de sanglier (cochon sauvage) ou même de porc. La *patte* est un morceau de bois, plus ou moins épais, selon la destination; on la perce de part en part, avec un foret, de trous ronds, convenablement espacés et disposés régulièrement. On passe la boucle d'une ficelle dans le premier trou d'un des bords; des brins de poils d'à peu près même longueur étant réunis, on les pousse dans le pli de la ficelle, et on tire cette corde pour forcer les pinceaux à se doubler en entrant dans le trou et à se plier en leurs deux moitiés. La même ficelle est passée dans le trou suivant de la patte, pour saisir un autre pinceau de poils, et ainsi de suite. La ficelle reste ainsi engagée dans tous les plis des pinceaux. On coule ensuite par-dessus de la colle forte chaude et liquide, ou quelquefois du goudron, qui maintient le tout solidement. Après quoi on coupe, avec des ciseaux appelés *forces*, tous les poils qui excèdent le niveau parallèle à la patte.

Quelquefois les trous sont *foncés*, c'est-à-dire ne traversent pas la patte : alors les pinceaux de poils pliés en deux y sont entrés de force, et solidifiés par la colle forte ou le goudron. C'est ainsi que sont faits les balais de crin. On opère de même pour les balais et brosses de chiendent, de racine de riz, de poils de blaireau, les vergettes d'habits, les brosses rudes ou à longs poils, etc.

La patte est ordinairement en hêtre ou noyer, quoiqu'on puisse y employer tous les bois durs. Celle des vergettes est recouverte d'une feuille de placage. Quand on fait la patte en os ou en ivoire, on remplace la ficelle par un fil de laiton. C'est ainsi que sont construites les brosses à dents, à barbe, etc.

Pour étendre la peinture, on emploie un pinceau nommé *brosse*; c'est une botte de crins fortement serrée par un fil de fer ou une corde, autour d'un manche de bois; les crins sont nivelés; et on enduit à chaud le haut de la botte d'une composition de cire et de résine. On a de ces brosses qui ont différentes grosseurs, selon l'ouvrage qu'on veut faire.

Bretelles, Ressort à boudin.

209. On tord un fil métallique en spirale tout le long d'une verge de fer : on prend pour cela un fil et une tringle de calibres convenables à la force du ressort à boudin qu'on veut faire. Cette torsion peut être faite à la main, avec des pinces, en maintenant la tringle ferme dans un étau : mais ordinairement on se sert d'une petite machine qui fait tourner la tringle sur son axe pendant qu'on tient le fil tendu. Ces ressorts ont en mécanique de nombreux usages.

Pour fabriquer des élastiques de bretelles, jarretières, etc., on taille les ressorts de longueurs égales et convenables à l'objet ; on attache les bouts à une peau qu'on a fixée par l'extrémité, et, allongeant l'élastique d'un quart de sa longueur, on en coud les ressorts le long de cette peau, qui doit les envelopper tous. Lorsque ensuite on abandonne ces ressorts, les spires qu'on avait distendues se rapprochent, la peau se fronce, et l'élastique est terminée. Il ne reste qu'à y ajouter les boucles, agrafes, bandes de peau et de toile qui complètent l'objet qu'on a en vue.

Parapluie, Parasol, Ombrelle.

210. Meuble qui sert à garantir de la pluie et du soleil. Vers le bout d'une canne, ordinairement un *bambou*, on fixe une *noix* en cuivre : cette noix est une espèce de roue à dix larges dents, entre chacune desquelles on insère une petite boîte en cuivre, où l'on a fixé le bout d'une tringle ou d'une baleine mince et légère. Ces boîtes sont percées d'un trou, et l'ensemble de ces dix trous forme, avec une encoche pratiquée au bout des dents de la noix, un canal circulaire, dans lequel on passe un fil de fer : ce fil, serré et tordu, réunit ensemble tous les bouts supérieurs des baleines.

Une autre noix, semblable à la première, mais mobile avec un tuyau qui la porte, peut aller et venir le long de

la canne qui sert de manche au parapluie : on peut approcher ou éloigner cette noix de la première ; entre ses dents sont ajustées de la même manière dix boîtes de cuivre serrées aussi par un fil de fer : chaque boîte retient une tige fendue à l'autre bout en fourchette ; cette fourchette embrasse une des baleines vers son milieu, qui est consolidé par une enveloppe en cuivre ; elle y est attachée par une goupille faisant fonction de charnière.

Quand on rapproche la noix mobile de la noix fixe, ces tiges poussent et écartent les baleines, en les étendant en rayons de cercle autour de la canne : on les maintient ainsi écartées, en arrêtant la noix mobile par un petit ressort de cuivre ou d'acier, logé dans une rainure du manche.

On recouvre le cercle formé par les baleines avec une étoffe, qui est le plus souvent en taffetas, faisant en sorte que quand le parasol est ouvert, l'étoffe soit également tendue et sans plis. Cette partie du travail est la plus difficile à faire, pour éviter que les baleines ne soient tordues ou inégalement écartées. Une aiguillette au bout de la baleine tient l'étoffe tendue.

Paravent

211. On construit des cadres de bois hauts d'environ 2 mètres, consolidés par une traverse ; la largeur est de 5 à 6 décimètres, plus ou moins, à volonté. On réunit deux à deux ces cadres par un bord longitudinal, à l'aide de bandes d'une forte toile, qu'on cloue sur l'un et l'autre pour tenir lieu de charnière : ces bandes sont disposées par alternations, de façon que la charnière peut jouer dans un sens, et en sens contraire. Enfin, on recouvre le tout d'un papier de tenture, ou d'une étoffe représentant des figures ou des ornements.

Boisseau, Litres, etc. ; Tamis.

212. Les mesures de capacité pour les substances sèches, telles que *boisseaux, litres*, etc., se font avec des planchettes

de chêne, de hêtre ou de noyer, refendues à la scie, et amincies au rabot. On les fait bouillir dans l'eau, et on les courbe, toutes chaudes, en forme de cylindre, dont le diamètre est celui que la loi fixe. On cloue les deux bords ensemble, après les avoir amincis à la plane. Le fond est un cercle taillé à part, qu'on entre dans sa place, après avoir diminué l'épaisseur du cylindre en cet endroit; et on l'y retient en clouant un petit cercle de bois au-dessous. On renforce le vase par des cercles de bois cloués au dehors, tant au bord supérieur du cylindre qu'à l'inférieur. On incruste à sa surface des bandes de fer, et même on fait les bords en tôle.

Les *tamis* se font de la même manière; seulement le cylindre est beaucoup plus court, et le fond est fait d'une étoffe de crin à voie plus ou moins claire, ou de soie, ou d'étoffe, ou enfin de toile métallique.

Les grandes mesures à grains, telles que boisseaux, hectolitres, doubles décalitres, ont leur ouverture croisée diamètralement par une tringle de fer qui sert à les soulever, et a une épaisseur de force proportionnée au poids du grain contenu.

Tonneaux, Cuves, Cuviers, Seaux, Cerceaux.

213. Les tonneaux sont composés de *douves*, ou planchettes égales, longues et étroites, assemblées par leurs bords sous la forme d'un cylindre renflé au milieu, et maintenus par deux fonds circulaires formés de douves; le tout est consolidé par des cerceaux extérieurs en bois, ou par des cercles en fer. On fait des tonneaux en sapin, en mélèze, en châtaignier, en mûrier, etc., pour y renfermer diverses sortes de marchandises; mais ceux qu'on destine à contenir le vin et l'eau-de-vie, sont faits en *merrain* ou cœur de chêne. Chaque douve est entaillée à 4 centimètres de ses deux bouts d'une rainure, qui, par l'assemblage, forme un sillon circulaire intérieur. C'est dans ce sillon qu'on engage les bouts amincis des douves du fond, qui sont ordinairement au nombre de cinq. Deux

chevilles situées au dedans du *jable* (nom de la partie externe de chaque fond), arrêtent ces douves. Les cerceaux sont entrés de force et à coups de maillet, de manière à recouvrir presque tout le tonneau, excepté un espace au milieu de la longueur. On nomme *bouge*, la partie du tonneau qui fait le ventre, et a le plus grand diamètre : on y perce un gros trou, appelé *bonde*, pour entonner la liqueur, et on bouche ce trou avec le *bondon*, petit cône très-court en bois, qu'on entoure d'un linge.

On perce l'un des fonds, près des douves du côté opposé à la bonde, d'un trou destiné à recevoir un robinet pour soutirer le vin. Ce trou est fermé d'un bouchon, qu'on chasse, quand on veut, en le poussant avec le bout du robinet, qui en prend la place.

Il est facile de connaître la capacité d'une *futaille*, c'est-à-dire le nombre de litres qu'elle contient. Cette opération, qu'on appelle *jaugeage*, est faite chaque jour par les percepteurs des droits sur les boissons ; ils se servent d'une règle graduée, ou *jauge*, qu'ils enfoncent par la bonde pour en obtenir la profondeur dans divers sens : ils en concluent ainsi la capacité (*).

Lorsque la futaille est destinée à contenir des vins précieux, des huiles, etc., on cercle les douves en tôle. C'est ainsi qu'on consolide les cuves, cuviers de grandes dimensions, en donnant aux cercles de fer une épaisseur proportionnée à la capacité. Les *seaux* sont absolument conformés de même ; seulement on y adapte une *anse* demi-circulaire en fer, qui s'accroche dans deux anneaux opposés cloués

(*) Lorsqu'on n'a pas de jauge, on peut y suppléer par un calcul. *Faites les carrés des diamètres du jable et du bouge; ajoutez le premier de ces carrés au double du second; multipliez la somme par la longueur du tonneau et par le nombre* 0,262 : le produit sera le nombre de litres de la capacité, en supposant que les mesures, exprimées en décimètres et fractions, soient prises à l'intérieur, c'est-à-dire sans compter l'épaisseur du bois.

Supposons, par exemple, que les deux diamètres soient 5,3 et 6,0 décimètres ; les carrés sont 28,09 et 36. La règle prescrit donc de multiplier 100,09 par la longueur que nous ferons de 9 décimètres, ce qui donne 900,81. Multipliant enfin par 0,262, on trouve que le tonneau contient 236 litres.

sur le bord du seau. On fait beaucoup de seaux en tôle de zinc ; ces meubles sont d'un meilleur usage que ceux de bois.

Les cercles de tôle se font d'une bande convenablement étroite, qu'on courbe et dont on soude les deux bouts au feu : il faut seulement bien calculer le diamètre, pour qu'après la soudure le cercle ne soit ni trop large, ni trop étroit.

214. Les *cerceaux* se font de lames étroites d'un bois flexible, qu'on ramollit, s'il le faut, dans l'eau : le châtaignier est le bois qu'on préfère pour cet usage. Le bouleau, le frêne, le saule, le noisetier, servent également. On diminue l'épaisseur de la lame à chaque bout, et on courbe jusqu'à ce qu'un tiers au moins de la longueur s'applique sur l'autre lame. On relie ces parties ensemble, en les entourant d'un osier mince qu'on serre fortement, en juxtaposant ses circonvolutions consécutives. Les tonneliers savent enlever les mauvais cerceaux et les remplacer par des neufs, même quand la futaille est pleine, sans courir le risque de laisser écouler la liqueur.

Quand un tonneau, un cuvier, un seau, est resté vide quelque temps, le bois se resserre en séchant, et le liquide qu'on y met fuit par les fentes des douves. Il faut, comme on dit, l'*abreuver*, en faisant gonfler le bois par l'humidité, il suffit d'y mettre de l'eau sur les fonds pendant quelque temps. (*Voy.* n° 150).

Le tonnelier fait aussi les litres, décalitres, tamis, seaux, soufflets, etc.

Robinets.

215. Un *robinet* est formé d'une *clef* et d'un *tuyau :* la clef est percée de part en part, dans sa partie cylindrique, d'un trou pour l'écoulement du liquide, et armée d'une tête ou *béquille* qui sert à la faire pirouetter sur son axe : le tuyau a une direction perpendiculaire à cet axe, et est percé d'un trou pour y entrer la clef ; le trou, appelé *boisseau*, doit être si bien calibré, que la clef le bouche juste ; c'est pour cela qu'on donne à la clef et au boisseau une forme un peu

conique. Quand la clef est tournée de manière que son trou soit dans l'axe du tuyau, le liquide passe et s'écoule : il est renfermé, quand, au contraire, le trou de la clef est dirigé perpendiculairement à cet axe.

On fait les robinets en bois ou en métal ; ceux de nos fontaines sont en étain, ou en *potin*, espèce d'alliage de cuivre et d'étain. On les soude aux vases avec de la résine fondue, ou du métal. Ceux des cuves, des tonneaux, sont portatifs, et servent de l'un à l'autre.

Liége, Bouchons.

216. Le *liége* est l'épiderme d'une espèce de chêne qui croît en Espagne, en Afrique, dans le midi de la France, etc. ; on peut manger les glands de cet arbre, comme ceux de l'yeuse (autre chêne). Cette sur-écorce est très-épaisse, élastique, fongueuse. On fend en long, tous les huit ou dix ans, cet épiderme épais de l'arbre, et on l'enlève par plaques, sans ôter les couches d'écorce qui tiennent à l'aubier. Cet épiderme se reproduit. C'est lui qu'on aplatit, qu'on découpe en lames minces pour faire des semelles, ou des *scaphandres* (appareil pour faire flotter sur l'eau) ; on le taille en bouchons pour fermer les bouteilles, les bocaux, etc. Après avoir coupé la planchette en petits parallélépipèdes, on prend un bon couteau, qu'il faut sans cesse aiguiser, et on fait tourner le liége sous le tranchant, pour abattre les angles et donner au liége la forme d'un cylindre un peu conique.

Ébénisterie, Acajou, Buis, Gaïac, Ébène.

217. Tous les arbres durs, colorés et veinés sont très-usités en ébénisterie.

L'*Acajou* est un grand arbre de l'Inde et de l'Amérique méridionale. Son bois est dur, veiné, offrant des reflets très-variés du jaune au rouge : cet arbre atteint un diamètre considérable. Le pédoncule du fruit est gros et charnu ; il est terminé par une petite noix qui renferme une amande

très-douce au goût. Le bois de ce noyau contient une huile âcre. On fait, avec le jus du pédoncule, une liqueur un peu âpre qui n'est pas désagréable. La plupart des beaux meubles de nos salons sont en bois d'acajou.

Le *Buis* est dur, compacte, pesant, d'une belle couleur jaune : dans les forêts de nos montagnes, cet arbrisseau sauvage atteint jusqu'à 5 mètres à 5 mètres $\frac{1}{2}$ de hauteur. On en fait des tabatières, des vis, des peignes et des outils. Ses racines sont fort recherchées pour la beauté de leurs veines.

Le *Gaïac* est un arbre des Antilles, dont le bois jaune et dur est très-estimé pour le beau poli qu'il peut prendre. On le travaille au tour, et on l'emploie aux mêmes usages que le buis. On en fait des poulies, des roulettes de lit et de table, etc. C'est un excellent sudorifique dont on fait beaucoup usage en pharmacie.

L'*Ébène* est un bois noir fort dur, prenant un beau poli, dont on fait des flûtes, des règles, et autres objets. Ce bois est le cœur d'un arbre du genre *Plaqueminier*, qui croît dans l'Inde et à l'île de France. Le bois noir est entouré d'un aubier fort épais de couleur blanchâtre. On croit que plusieurs espèces différentes produisent l'ébène.

Le *Fernambouc*, qu'on appelle encore bois de Brésil, et le *Campêche*, sont aussi très-durs ; on les emploie moins à l'ébénisterie qu'à la teinture ; nous en parlerons plus loin.

Le *bois d'Aloès* vient de l'Inde asiatique et du Mexique ; il a une odeur aromatique. On l'appelle aussi *Calambac*, *Agalloche.*

Le *bois de Chandelle*, ou *de Citron*, ainsi nommé parce qu'il est très-droit et jaunâtre ; il vient des Antilles.

Le *Palissandre* est un bois violet qui appartient à un arbre inconnu des possessions hollandaises, dans l'Amérique méridionale ; ses nuances vivement colorées le font rechercher pour la marqueterie ; on en fait aussi des archets de violon.

L'ébéniste emploie encore un grand nombre d'autres bois ; celui de *Fer* appartient à plusieurs espèces d'arbres d'Amérique, et est d'une extrême dureté. Le *bois de Rose* croît dans le Levant et aux Canaries. Le *Sainte-Lucie* est une es-

pèce de cerisier odorant de notre pays (*Mahaleb*); le poirier, le pommier, le sapin, le noyer, l'oranger, le citronnier, et beaucoup d'autres, servent à faire de très-beaux meubles.

On débite tous ces bois en lames tellement minces, qu'il en faut appliquer jusqu'à dix, quinze, et même vingt pour former l'épaisseur de 2 centimètres $\frac{1}{2}$: ces lames ou planches sont appelées *placage*. On en passe la surface à la ponce, pour effacer les traits de scie et les aspérités; puis on les colle avec de bonne colle forte sur la carcasse en bois du meuble qu'on veut faire. Comme ces planches sont excessivement minces, il est très-facile de les tailler et courber sur toutes les surfaces qu'elles doivent recouvrir. On maintient le placage en place, jusqu'à ce que la colle soit sèche, en se servant de petites presses à vis. Enfin, on polit la surface, on avive les couleurs avec de la potasse, ou une matière colorante dissoute dans l'essence de térébenthine.

Cannes.

218. Les plus belles sont des joncs de l'Inde, des palmiers et des bambous : on en fait aussi avec l'épine, le houx, le cornouiller, le cormier, etc... On choisit de beaux jets, on y applique un vernis coloré, on y met ensuite une pomme et un bout en métal. Les joncs et bambous sont préférés, parce qu'ils sont droits, légers, et portent un vernis naturel que le frottement n'enlève qu'à la longue. La mode a récemment adopté des cannes très-légères et très-solides, en tubes de fer creux, en palmier, etc.

Roues, Charrettes, Voitures.

219. Au centre de la roue est le *moyeu*, court cylindre en bois qui est percé d'un trou pour le passage de l'essieu, et est fretté en fer aux deux bouts. Le contour de la roue est composé de *jantes* ou arcs en bois, fortement serrés et assemblés circulairement. Les jantes sont soutenues sur le moyeu par les *rais*, qui sont des bâtons disposés en rayons, et assemblés à tenons et à mortaises avec les jantes et le

moyeu. Les rais sont fichés un peu obliquement sur le moyeu, pour écarter les jantes de la voiture; c'est ce qu'on appelle l'*écuage* des roues. On recouvre les jantes de bandes ou d'un cercle en fer, cloué et boulonné. Les grandes roues ont environ quatorze rais.

L'essieu est une forte barre de fer carrée, fixée sous le train de la voiture; les bouts sont cylindriques, et tournent dans les boîtes des roues. Les *boîtes* sont des tuyaux en fer ou en cuivre qu'on introduit dans le trou central du moyeu : elles ont des oreilles qu'on entre dans des incisions du bois, et on calfate les boîtes avec de la filasse pour les fixer dans les moyeux. L'essieu est retenu dans les boîtes, soit par une clavette, soit par un écrou qui est vissé au bout, en sens contraire de celui du roulage en avant.

Une *charrette* est formée de deux *limons*, longues pièces de bois réunies par des traverses, dans la moitié de leur longueur, où elles sont planchéiées; elles sont appelées *épars* en dessous, et *burettes* en dessus : entre les bouts libres des limons, on attelle le cheval nommé *limonier*. Les *ridelles* sont les deux clayonnages qui s'élèvent verticalement sur les limons à droite et à gauche, et sont soutenues par des bâtons nommés *ranchers* : il y a un treuil pour serrer la charge. Le fond et le devant sont fermés par des *clayons* qu'on met ou ôte à volonté, et qu'on peut remplacer par d'autres plus élevés et divergents, pour augmenter la capacité de la voiture; on appelle ceux-ci des *cornes*.

Les charrettes n'ont que 2 roues; les *chars* en ont 4.

Les *tombereaux* ont deux roues et sont fermés par des planches, pour contenir le sable, la terre, le charbon, etc.

Les *cabriolets* sont des voitures de luxe qui ont deux roues, et qu'un seul cheval tire ordinairement; le cheval est attelé entre deux limons nommés *brancards*, et tire sur un bâton horizontal appelé *palonnier*, qui est attaché à la traverse de devant. La caisse est fermée de toutes parts, excepté à la partie antérieure, où est la porte qu'on ouvre à bascule; cette caisse est rembourrée, doublée en drap, et recouverte par une capote en cuir, qu'on peut rejeter

en arrière, quand on ne craint ni le vent, ni le soleil, ni la pluie. Cette caisse est suspendue par deux fortes courroies en cuir, nommées *soupentes*, dont les bouts sont passés sur deux ressorts en acier, qui rendent les cahots peu sensibles. Ces ressorts sont composés de lames d'acier superposées, de longueurs croissantes, courbées en arcs, et liées ensemble par des frettes. On tend fortement les soupentes sur ces ressorts, à l'aide de crics, qui tiennent sur les traverses, et qu'on tourne avec une clef.

Les *carrosses* sont des voitures de luxe portées sur des ressorts et qui ont quatre roues, contiennent quatre à six personnes, et ont leurs entrées à droite et à gauche par des portières. On les monte sur un train qui, au lieu de limons, a une seule pièce de bois dans le prolongement de l'axe. Cette pièce, qui peut tourner sur un moyeu fixé à son extrémité, sous l'avant-train, est appelée *timon* : elle sépare les deux chevaux qu'on y attelle et qui tirent sur des palonniers. On garnit ces voitures de tous les agréments les plus recherchés, et des ornements les plus riches et les plus variés.

La forme et les dénominations des voitures de luxe varient à l'infini, et ce n'est pas ici le lieu d'entrer à ce sujet dans des détails qui pourraient être inintelligibles, faute de figures et de développements.

Éponges.

220. Substance fibreuse, criblée d'une multitude de trous, élastique, coriace, qui est la demeure d'animaux amorphes, gélatineux, de la famille des polypes, et qui paraît être le produit de ces êtres singuliers, comme les coquilles le sont des mollusques qui les habitent.

La forme des diverses espèces d'éponges est très-variée et des plus singulières. C'est toujours au sein des eaux qu'on les rencontre ; mais on ne fait usage que de celles de mer, dont la consistance, la grandeur, le tissu et la figure plus ou moins arrondie, se prêtent à nos besoins. C'est surtout entre les tropiques qu'on trouve en grande quantité les éponges, attachées sur les rochers. On a écrit beaucoup de

fables sur la difficulté qu'offre cette pêche, et les dangers qu'on y rencontre. La substance glaireuse qui les recouvre au sortir de l'eau, disparaît au bout de peu de temps : il ne reste qu'une masse perforée en mille sens divers. Les parages de l'Archipel en fournissent une grande quantité. On les lave à grande eau, on en arrache les cailloux et coquillages qui y sont adhérents. Les plus fines servent à la toilette ; les autres, aux chevaux et aux lavages. Leur propriété d'absorber l'eau sans l'altérer, et de la restituer par la pression qu'on exerce, rend les éponges très-utiles. On les blanchit avec le chlore (n° 406). La chirurgie les emploie à différents usages.

Corail.

221. Le corail est une des plus élégantes productions de la mer. Il ressemble à un arbre dépouillé de ses feuilles, et est fixé aux rochers par un empatement, s'élevant au plus à 3 décimètres. La tige est perpendiculaire au rocher sur lequel elle est fixée, et les rameaux sont presque ouverts à angle droit. Sa substance est dure, calcaire, formée de couches concentriques, striée, d'une couleur rouge et éclatante. Elle est recouverte d'une chair vivante, qui est l'animal créateur de cette production, et qui, en se desséchant à l'air, forme une couche friable. Le corail croît depuis 3 mètres jusqu'à 300 et plus de profondeur. On le pêche en faisant descendre une machine formée de branches de fer placées en croix horizontale, auxquelles il s'accroche. Son tissu est compacte comme du marbre, et susceptible de prendre un beau poli. On en fait des croix, des colliers, des bijoux fort élégants. On le trouve principalement sur les côtes de la Méditerranée. Les anciens lui attribuaient mille vertus chimériques, et en composaient, comme nous, des ornements de luxe. Les Orientaux en font un cas particulier.

Écaille.

222. Les tortues vivent la plupart au sein des eaux, et sont fort communes sur les plages maritimes, où elles paissent les herbes qui y croissent. Elles viennent déposer

leurs œufs dans le sable, et la chaleur du soleil fait éclore ces œufs. Cet animal est revêtu de deux boucliers cornés, qui comprennent entre eux une capacité où il se retire entièrement à l'instant du danger : il faut le faire mourir, ou briser cette dure enveloppe, pour l'en faire sortir. On mange sa chair et ses œufs. Il transporte sans cesse avec lui cette lourde maison, qui est fixée à son corps, et fait sortir sa tête et ses quatre pieds pour marcher. Il respire l'air en nature comme les quadrupèdes. Il y en a qui pèsent jusqu'à 300 kilogrammes.

C'est son test qui constitue l'*écaille*, et principalement celui d'une espèce nommée *Caret*, qu'on trouve dans toutes les mers des pays chauds, et surtout dans celles d'Afrique, d'où le commerce les tire. La pièce de dessus est bombée; on l'appelle *carapace*. On enlève la partie extérieure, on la ramollit à l'eau bouillante, et dans cet état elle se laisse mouler sous toutes les formes; on en soude les bords ensemble par la chaleur et la pression; enfin, on en fait des peignes, des tabatières, des éventails et autres meubles de luxe. L'écaille se travaille au tour, au rabot; on en fond les fragments, etc...

Pour faire perdre à l'écaille la forme bombée qui lui est naturelle, on la met chauffer quelque temps dans l'eau bouillante; puis on la serre peu à peu, à l'aide de coins, entre deux plaques chaudes de fer ou de cuivre. On dispose une série alternativement en écailles et en plaques de métal entre deux plans d'arrêt, et on approche l'une de l'autre insensiblement en y chassant des coins.

Cornes, Sabots, Bois...

223. Le bœuf, le buffle, la chèvre, le bélier et autres quadrupèdes, portent sur la tête des cornes diversement contournées, formées d'une substance lamelleuse, que les naturalistes considèrent comme des poils soudés ensemble. Ces productions croissent pendant toute la vie de l'animal, tant en grosseur qu'en longueur, par la formation, sur la protubérance frontale qui leur sert de base, d'une nouvelle

lame, en forme de cornet ; cette lame repousse en haut celles qui sont déjà formées, et laisse au bas des saillies circulaires attestant l'âge : on compte le premier cercle pour trois ans. Les ongles, sabots, becs d'animaux, sont de la même substance, ont le même mode de croissance et les mêmes emplois dans l'industrie.

Les cornes ne tombent que par accident ou maladie, et diffèrent en cela des *bois* qui ornent la tête du cerf, du daim, etc. : ces bois tombent à chaque printemps. On les travaille comme l'ivoire ; on en fait divers ouvrages, des manches de couteaux, etc. Quant aux cornes, vers l'âge de trois ans, elles subissent une chute partielle qui n'est qu'une exfoliation de la surface ; elles subsistent, du reste, tant que l'animal vit. A l'exception de la partie supérieure, qui est pleine, la base est un cône creux : le noyau sort de lui-même après la macération. Les bois de cerf sont pleins au contraire, et revêtus de peau dans les premiers temps de leur formation, qui est complète au bout d'environ vingt-cinq à trente jours.

Pour employer les cornes, on scie le petit bout, dont on fait des ouvrages au tour ; on fend en long le reste du côté qui est plat, après avoir fait sortir le noyau intérieur. En faisant bouillir la corne, on la sépare en deux ou trois lames minces, et, par le secours de la chaleur et de la pression, on l'étend et on l'aplatit, précisément comme l'écaille : on fait avec la corne, convenablement soudée ou travaillée au tour, des manches, des peignes, des cornets, des boutons, des chapelets et autres ouvrages communs. Les débris se fondent et se moulent, ou bien on en fait de la *colle forte* (n° 419), des engrais... Taillée en lame mince et rabotée, la corne est transparente ; on en fait des rapporteurs, et des verres de lanterne très-usités sur les navires et pour le service des écuries...

Les sabots de bœuf, de cheval, etc., servent à faire les mêmes objets que la corne, pourvu que ces produits n'exigent pas beaucoup d'étendue.

On imite les feuilles de cornes avec de la belle gélatine coulée très-mince, ou plutôt en y trempant, lorsqu'elle est liquéfiée par l'eau et la chaleur, une gaze métallique.

Ivoire, Os.

224. Les dents des quadrupèdes sont revêtues d'une substance très-dure, blanche et luisante comme l'émail ; on l'appelle *Ivoire :* mais l'éléphant est surtout remarquable par la grandeur et la beauté de l'ivoire de ses deux défenses. Cet animal géant habite les contrées chaudes de l'Asie et de l'Afrique : celui qui vient de l'Inde n'a que de petites défenses, bien qu'il soit de plus grande taille que l'éléphant africain. C'est ce dernier qui fournit le commerce de presque tout l'ivoire dont on fait usage. L'éléphant de Malabar n'a pas ses défenses longues de plus de 13 décimètres, tandis que celui de Mozambique a les siennes de 33 décimètres. Ces dents sont situées à la mâchoire supérieure, saillent au dehors et se recourbent en descendant vers la terre. Elles sont creuses vers la base, pleines dans le reste de leur longueur. On leur donne le nom de *défenses*, parce que la nature a donné ces dents à l'animal pour s'en servir comme d'une arme redoutable contre ses ennemis.

On travaille l'ivoire au tour, en se servant de l'acier le plus dur. On en fait des jeux de dames et d'échecs, des manches de coutellerie, des coffrets, des lames de placage, etc. C'est à Dieppe que cette industrie est plus active et plus perfectionnée.

Les os se travaillent comme l'ivoire pour en fabriquer les mêmes objets ; mais comme l'os est poreux, moins dur et moins blanc, on le réserve pour des outils communs.

Les débris d'os et d'ivoire servent à faire de la colle forte, des engrais..., etc.

Pierres précieuses.

225. Les personnes peu versées en chimie sont bien étonnées d'apprendre que le *diamant* est du charbon pur ; et cependant rien n'est plus certain. Ce minéral, le plus dur et le plus brillant des corps, d'une limpidité parfaite, est du charbon, aux molécules duquel la nature a donné une disposition particulière. Il raye tous les autres corps, et ne

peut être travaillé que par lui-même. On lui donne plus d'éclat en y taillant des facettes ; pour y parvenir, il faut l'user avec de l'*égrisé*, qui est de la poudre de diamant. On l'appelle *brillant*, quand il présente en dessus une facette, nommée *table*, entourée de plusieurs facettes obliques ; et *rose* quand le dessus est taillé en pyramide, sans table.

Le diamant se trouve dans les sables de l'Inde, aux royaumes de Golconde, de Visapour, du Bengale, etc., et à Serra-Desrio, au Brésil. On déplace le lit d'un ruisseau ; on y ramasse le gravier, on le lave, et on y trouve des diamants bruts ; ou bien on creuse la terre de la mine, et on la lave plusieurs fois : les diamants restent avec le gros sable, et on les y recherche. Ce sont des nègres qui se livrent à ce travail sous des inspecteurs, dont ils réussissent à tromper souvent la vigilance.

Il y a des diamants renommés par leur grosseur, leur éclat... On leur donne des noms propres, tels sont le *Sanci*, le *Pitt* ou le *Régent*, qui appartiennent à la France, etc. Cette espèce de pierre précieuse a une très-grande valeur quand elle est *d'une belle eau*, c'est-à-dire sans aucune coloration. On l'évalue par son poids, qu'on exprime en carats ; le carat vaut 205 milligrammes ; le Pitt pèse 28 grammes (136 $\frac{3}{4}$ carats) ; le Sanci, 25,8 grammes (126 carats). Les plus gros des diamants sont ceux d'un rajah de Bornéo et de l'empereur du Mogol ; le premier pèse 300 carats (61 grammes $\frac{1}{2}$) ; le second est presque aussi fort, a la forme d'un demi-œuf, et est évalué 11 millions et demi.

C'est avec le diamant qu'on fend le verre. Au bout d'un petit manche de bois, on *monte* avec de l'étain un diamant brut, de manière qu'il présente en avant une des arêtes courbes qui lui sont naturelles ; le manche a une face parallèle à cette arête ; et en conduisant cette face le long d'une règle, l'arête glisse parallèlement sur le verre, et le coupe.

Le *Saphir blanc* et la *Topaze du Brésil* sont aussi des pierres sans couleur qui ont beaucoup de prix. Le *cristal de roche* n'est pas assez rare pour être cher ; mais il acquiert de la valeur par le travail.

Les pierres précieuses qui ont une teinte rouge sont

presque aussi estimées que le diamant et le saphir ; on les nomme *Rubis*. Le rubis oriental est d'un pourpre vif cramoisi ; le rubis *spinelle* est d'un ponceau clair ; le rubis *balais* est d'un rose pâle ; ce dernier a moins de valeur, ainsi que le rubis du Brésil, qui est d'un rouge faible. Le *Grenat* syrien est d'un violet velouté ; celui de Bohême et de Ceylan est vineux mêlé d'orangé.

Parmi les pierres jaunes, on distingue la *Télésie* ou *Topaze* orientale, qui vient du Pégu et de Ceylan ; elle est couleur jonquille ; la topaze du Brésil est jaune foncé roussâtre ; le *Jargon* de Ceylan est couleur souci, et d'un éclat vif.

Les pierres précieuses vertes sont l'*Émeraude* du Brésil, dont le vert est obscur ; celle d'Orient est vert foncé ; celle du Pérou est vert pur. Le *Chrysoprase* est vert-pomme ou blanchâtre.

Les pierres bleues sont le *Saphir* oriental, qui est couleur de barbeau ; le saphir indigo, qui est bleu foncé ; le *Béril* ou *Aigue-marine*, bleu de ciel clair. Le *Lapis-lazuli* est d'un beau bleu d'azur, très-dur, opaque : il nous vient de Chine et de Perse, où on le trouve en morceaux épars et roulés dans des filons granitiques.

L'*Aigue-marine* d'Orient et celle de Sibérie sont bleu verdâtre, celle-ci plus pâle ; leur éclat est très-vif.

L'*Améthyste* est violette ; l'*Opale* a un fond laiteux ; la *Turquoise* est d'un bleu pâle sans transparence.

L'*Hyacinthe*, la *Tourmaline*, le *Péridot*, le *Chrysobéril*, sont des pierres moins recherchées.

Les *Agates* sont des pierres dures et colorées, mais de peu de transparence. On distingue les *onyx*, qui ont des tranches de couleurs différentes, dont on tire parti dans le travail pour en faire des *camées*. La *Calcédoine* est d'un blanc de lait ; la *Cornaline*, rouge ; la *Sardoine*, fauve, etc. Ces diverses pierres viennent de l'Inde, de Moka, de Sicile, et même d'Oberstein, sur les bords du Rhin. On en fabrique des bijoux, des vases, des plaques...

Le *Jaspe* est un caillou sans aucune transparence, mais qui prend un beau poli, et est très-dur. Le jaspe sanguin est vert, semé de taches rouges : le caillou d'Égypte a des veines

noires irrégulières sur un fond brun; il y a des jaspes rubanés, fleuris, porcelaines, etc.

La variété du jaspe noir est appelée *pierre de touche*, parce qu'elle est employée à estimer l'alliage contenu dans un ouvrage en or; cette pierre est inattaquable aux acides qui servent à essayer le titre (*Voy*. n° 331).

La *Malachite* est une mine de cuivre qu'on travaille en tablettes, en tabatières, etc.

On se sert pour les bijoux et les objets de luxe d'un grand nombre d'autres minéraux dont le détail ne peut trouver place ici.

On taille et polit les pierres avec une machine composée d'une grande roue à manivelle, qui en fait tourner très-rapidement une plus petite en métal ou en bois, selon la pierre qu'on veut tailler. Cette petite roue est enduite d'égrisé, ou de tripoli, ou de potée d'étain, etc. On y présente la pierre à polir avec l'adresse convenable.

Pour scier une pierre, on se sert d'un arc dont la corde est un fil de fer enduit d'émeri.

On a réussi à imiter, avec le verre coloré, toutes les pierres précieuses; cette composition est appelée *Strass*: elle est loin d'avoir l'éclat et la dureté de ces minéraux; mais l'industrie en fait, à bon marché, de belles parures (*).

Nacre, Perles.

226. Beaucoup de coquilles sont tapissées intérieurement par une substance dure, lisse, blanche, avec des reflets irisés et brillants. Pour constituer la *Nacre*, il faut qu'elle ait de l'épaisseur, ce qui n'arrive qu'aux coquilles marines: beaucoup d'espèces d'huîtres en sont pourvues, et surtout celles du genre appelé *Avicule*, qui sont communes dans les mers d'Asie, et qu'on trouve aussi dans la Méditerranée.

(*) La *topaze* factice est colorée en jaune par du verre d'antimoine et du précipité pourpre de Cassius; en y ajoutant de l'oxyde noir de manganèse, on imite le *grenat*; le *rubis* est coloré par cet oxyde seul; l'*émeraude*, par l'oxyde vert de cuivre et celui de chrôme; le *saphir bleu*, par l'oxyde de cobalt, etc.

Ces coquilles sont beaucoup plus grandes que celles de nos huîtres de table. Avec des outils tranchants, on enlève la partie qui n'est pas nacrée, et on travaille le reste de mille manières, en manches de couteau, en bonbonnières, en jetons, etc.

Des pêcheurs, sur les côtes de Ceylan, d'Ormuz, du golfe Persique, des Moluques..., plongent à de grandes profondeurs, et en retirent ces coquilles, précieuses surtout pour les *Perles* qu'elles renferment quelquefois. L'animal a une maladie causée par la présence, dans sa coquille, d'un corps étranger; ce corps se recouvre de la substance nacrée que l'animal sécrète, et se façonne en boule : c'est ce qui a fait donner à l'avicule le nom de *mère des perles.* On estime ce produit à une haute valeur, surtout en Orient. On en fait des bracelets, des colliers, et autres joyaux de prix.

On réussit à imiter les perles avec du verre soufflé en boules; dans ce globe, on introduit des écailles d'*ablette*, petit poisson de nos rivières, de l'albâtre ou de l'opale réduits en poudre, de la cire blanche, etc. On donne le nom d'essence d'Orient à un mélange d'écailles d'ablettes et d'ammoniaque. On introduit de cette liqueur dans des perles de verre, on chauffe doucement pour faire évaporer l'ammoniaque, et les écailles, tapissant le verre, donnent une jolie imitation des perles d'Orient. Au lieu d'ammoniaque, on emploie aussi une solution clarifiée de colle de poisson.

Émeri, Ponce, Tripoli, etc.

227. On trouve en divers lieux un sable mêlé d'argile, coloré en brun foncé ou rougeâtre, qui participe des pierres précieuses par sa dureté. On l'appelle *Émeri.* On le tire en pierres de Naxos, et on le broie avec des moulins d'acier qui le pulvérisent. Cette poudre, jetée dans l'eau, se précipite peu à peu au fond du vase; on décante à diverses reprises la liqueur que trouble cette poussière, et on en retire différents dépôts successivement plus fins les uns après les autres. On appelle émeri de *trente minutes* celui qui est le plus fin, et qu'on ne retire de la liqueur qu'après

une demi-heure de dépôt, en la laissant ensuite déposer de nouveau.

L'émeri est employé à tailler et polir l'acier, les glaces, les verres de lunettes, les pierres précieuses, etc. On a soin de choisir celui qui a le degré de finesse convenable à l'état de la surface qu'on veut polir ou tailler. On s'en sert à sec, ou à l'eau, ou à l'huile.

228. On polit les métaux tendres avec la *pierre ponce*, ou sa poudre, en humectant d'eau ou d'huile. La ponce est un produit volcanique; elle nous vient principalement des îles Lipari; elle est grise, soyeuse, très-légère et très-poreuse; ses molécules sont si dures qu'elles rayent le verre.

229. On polit aussi avec le *Tripoli*, soit à sec, soit à l'eau, soit à l'huile. Cette poudre est un sable très-fin qu'on trouve en Bretagne, en Auvergne, à Corfou (on l'appelle *tripoli de Venise*), et dans d'autres lieux. Mêlé au soufre, il donne au cuir le mordant propre à aiguiser les tranchants. La *terre pourrie* est un tripoli schisteux très-fin.

230. Le *rouge d'Angleterre*, ou *Colcotar*, ou *Hématite rouge*, est une espèce d'oxyde de fer qu'on trouve en abondance à l'île d'Elbe et ailleurs; il sert au polissage des métaux (*Voy*. n° 392). Cette substance diffère peu du crayon rouge, appelé *sanguine* (234).

La *potée d'étain* s'obtient en faisant fondre l'étain dans une cuiller de fer, écumant la surface à mesure qu'elle s'oxyde, et soumettant cette écume à la calcination. Cet oxyde d'étain est en poudre très-fine et très-dure, et sert aux mêmes usages que les substances précédentes.

VI. OBJETS QUI SERVENT A L'ÉCRITURE, AU DESSIN, A L'IMPRIMERIE, ETC.

Plumes.

231. C'est de l'aile des oies qu'on tire les plumes à écrire; celles du bout de l'aile sont plus petites et moins chères. on préfère les plumes qui recouvrent celles-ci. Comme

elles contiennent une substance grasse qui les ternit et les ramollit, il faut les laisser quelque temps enfoncées par le tuyau dans du sable chauffé à 40 degrés environ, et ensuite ne s'en servir que plusieurs mois après.

Pour tailler une plume, il faut l'évider en long par le bout, la fendre et tailler le bec, ce qu'on pratique avec un canif. Il faut que les deux bords du bec soient en courbe concave, et que l'épaisseur aille en diminuant de plus en plus vers la pointe. Le côté du pouce, lorsqu'on tient la plume pour écrire, doit être un peu plus large que l'autre, et même aussi un peu plus long; sans cela, la plume éclabousse. La naissance du bec est à la même distance à peu près que le fond de la fente. On a imaginé des *taille-plumes* qui coupent le bec d'un seul coup; mais il est rare qu'ils soient bien faits, et ils s'émoussent aisément.

On fait aussi des plumes en métal, qui s'usent lentement, et qu'on affute sur la pierre à aiguiser. Ces plumes ont peu de souplesse. On les taille à l'emporte-pièce dans de la tôle d'acier, puis on les répare avec des limes fines et sur la pierre. La fabrication, établie en grand, permet de donner ces plumes à très-bon compte. L'acide de l'encre les ronge assez promptement; mais en les dorant par les procédés galvaniques, elles font un long service. Ces plumes sont de petites pièces qu'on maintient au bout d'une hampe, à l'aide d'un mécanisme très-simple.

Encre.

232. L'encre est une liqueur noire qui sert à écrire. La composition varie beaucoup; voici une recette très-simple et très-bonne.

Prenez 4 parties en poids de noix de galle, 1 de bois de Campêche, 2 $\frac{1}{2}$ de sulfate de fer ou couperose verte, 2 de gomme arabique (*Voyez* les nos 454, 441 et 392). Broyez le tout ensemble dans un mortier et jetez dans 64 à 70 parties d'eau; faites bouillir et tirez à clair. Au reste, ces matières pulvérisées peuvent fournir instantanément de l'encre, en les mêlant à de l'eau froide.

L'*encre rouge* est une dissolution aqueuse de carmin gommé. On obtient encore une encre rouge en faisant bouillir 1 partie de bois de Brésil dans 16 parties d'eau, et ajoutant de la gomme et un peu d'alun.

L'*encre bleue* est une dissolution gommée d'indigo ou de bleu de Prusse, qu'on réduit en poudre impalpable avant de mettre dans l'eau.

L'*encre jaune* est une solution gommée de gomme-gutte.

Nous expliquerons ailleurs ce que sont les substances dont on vient de parler.

L'*encre de la Chine* se vend en bâton solide, de forme parallélépipède, ayant sa surface dorée et couverte de caractères chinois. On ne connaît pas bien la composition de cette substance qui nous vient de la Chine; on présume qu'elle est formée de noir de fumée broyé très-fin, et de belle colle forte qu'on a longtemps fait bouillir avec de l'eau. On aromatise avec du camphre ou du musc, et on en fait une pâte épaisse qu'on coule dans de petits moules enduits de cire, portant en gravure divers caractères. On fait ensuite sécher dans de la cendre.

Pour se servir de l'encre de la Chine, on mouille le fond d'une soucoupe, et on frotte quelque temps le bout du bâton sur ce fond humecté; l'eau se teint, et on lui donne l'intensité de noir qu'on veut. Cette encre est très-noire, indélébile, et sert principalement aux architectes, dessinateurs, etc.

Pour sécher l'encre sur le papier, on se sert de papier joseph qui l'étanche, ou de sciure de bois, ou enfin de sable. La poudre d'or n'est qu'un sable mêlé de mica, qu'on trouve répandu en couches dans les montagnes de beaucoup de pays; il ne contient pas un atome de métal.

Crayons.

233. Les crayons de poche se font avec une substance nommée *Plombagine*, parce qu'elle a la couleur du plomb. On la trouve dans certains terrains primitifs, et principalement en Angleterre. On la scie en petits filets carrés,

qu'on protége contre leur fragilité extrême en les collant dans une espèce d'étui ; ce fourreau est fait en bois de cèdre, avec une machine construite pour cet objet ; la machine fend en long un demi-cylindre de bois, et coupe au milieu un sillon carré de même calibre que le crayon, qu'on y colle avec de la gomme. On recolle ensuite par-dessus le demi-cylindre qu'on en avait enlevé, ce qui produit un cylindre complet dont l'axe est en plombagine. On appelle aussi ce crayon *mine de plomb*, quoiqu'il n'ait aucune partie de ce métal.

La plombagine réduite en poudre est aussi employée pour colorer la tôle des tuyaux de poêle, des fourneaux... Unie à la graisse, elle sert à adoucir les frottements des rouages ; on la mêle aussi à deux tiers ou moitié d'argile, et on la cuit dans un moule de forme voulue pour en faire des crayons sans étuis de bois, et qu'on trempe dans de la cre bouillante.

Conté ayant analysé la plombagine, l'a trouvée formée d'une combinaison de charbon avec 4 à 5 centièmes de fer, et il a réussi à reproduire cette combinaison, et à en faire des crayons qui ne le cèdent en rien à ceux d'Angleterre : il a même pu leur donner différents degrés de dureté, pour servir à divers usages.

La plombagine n'est guère employée pour dessiner la figure, parce qu'elle a des reflets brillants qui sont nuisibles aux effets. Les crayons qu'on emploie à cet usage sont noirs ou rouges. Les premiers sont faits avec une espèce de schiste tendre et noir qui contient beaucoup d'argile. C'est ce qu'on appelle *pierre d'Italie* ; elle se trouve en divers lieux.

Le crayon noir des charpentiers est aussi un schiste charbonneux.

234. Les crayons rouges sont faits avec une terre argileuse appelée *Sanguine*, qu'on lave, et dont on agglutine les parties les plus fines avec de l'eau gommée et du savon blanc : on l'emploie quelquefois telle que la nature la présente. (*Voy*. n° 230.)

Les crayons blancs sont faits avec une espèce de craie

fine, qu'on lave, dessèche avec pression, et qu'on scie en baguettes.

Les crayons d'ardoise, qui servent principalement dans les écoles mutuelles, sont des schistes taillés. On en trouve en beaucoup d'endroits; ceux de Nuremberg sont très-estimés.

Pains à cacheter, Hosties.

235. On les fait avec de belle farine qu'on détrempe en bouillie assez claire et sans grumeaux : on colore, si l'on veut, avec quelques substances. (Voyez *teinture.*) On ne laisse pas fermenter, et on coule dans un moule (*) chauffé, en fer, qu'on a un peu beurré. On cuit au feu, et on laisse refroidir. C'est précisément ainsi qu'on fabrique les *gaufres*, avec une pâte où il entre de la farine, des œufs, de l'eau de fleur d'orange et du sucre. Le moule est large et creusé de petits caissons. Mais quant aux pains à cacheter, il ne reste plus qu'à les tailler avec l'emporte-pièce.

Cire d'Espagne ou à cacheter.

236. On fond de la *gomme laque* (nº 474) avec un peu de térébenthine et du vermillon. Quand on laisse refroidir, le mélange se fige; on le travaille en bâtons lorsqu'il est encore mou, et on le roule sur un marbre dont la chaleur est entretenue par un réchaud de feu.

La cire à cacheter commune est mélangée de résine. On peut la colorer de différentes manières. Les cires noires se font avec de la laque impure, où l'on ajoute du noir de fume.

Caoutchouc.

237. Cette substance, qu'on nomme aussi *gomme élastique*, et qui n'est en effet ni une résine, ni une gomme (*Voy.* nºs 415 et 417), découle sous forme de lait d'un arbre

(*) Ce moule est formé de deux mâchoires à longs manches, qui se meuvent sur un axe comme des pinces, des ciseaux, etc.

d'Amérique nommé *Hévé*. Des incisions faites à l'écorce laissent suinter ce suc, dont on recouvre un moule en terre de la forme d'une poire; on fait sécher à l'air, puis on applique de même une seconde couche, une troisième, etc., jusqu'à ce que l'épaisseur soit jugée suffisante. On brise ensuite le moule, et on livre le caoutchouc au commerce. On l'obtient aussi, par le même procédé, en plaques épaisses. Il n'y a aucune substance aussi élastique. On s'en sert pour effacer la plombagine de dessus le papier. Elle est insoluble dans l'eau et dans l'esprit-de-vin; mais on a réussi à lui trouver un dissolvant qu'on croit être le goudron provenu des ateliers d'éclairage au gaz, ou l'éther. Rendu liquide, le caoutchouc sert à faire des vêtements imperméables à l'eau, et même à l'air comprimé. Sur une étoffe fine et bien tendue, on étend une couche très-mince de ce liquide qui en bouche tous les pores, et on applique au-dessus une seconde étoffe qui s'y colle, sans plis ni vides, étant pressée entre deux cylindres de laminoir. C'est à MM. Rattier et Guibal qu'on doit l'introduction en France de ces étoffes, dont ils font des vêtements que l'eau ni l'air ne peuvent traverser, et dont ils font des habits, des coussins, des bottes, etc. Malheureusement l'odeur forte du dissolvant ne se dissipe qu'à la longue, et est très-désagréable quand elle subsiste.

Les mêmes industriels ont établi d'ingénieuses machines pour découper le caoutchouc en lanières, puis en fils qui, revêtus de fils de soie ou de coton, peuvent être tissus. Ils en font des bretelles élastiques, des corsets et autres objets.

Le caoutchouc sert à plusieurs branches d'industrie; c'est maintenant un sujet de recherches, à raison de l'immense utilité qu'on retire de ses propriétés.

Papier, Carton.

238. Le papier se fait avec de vieux linges, que les chiffonniers ramassent dans les ordures. Ces chiffons sont d'abord triés en cinq qualités au moins, selon qu'on veut faire du papier plus ou moins beau, ou même du carton. On travaille chaque qualité séparément. Il faut d'abord les

laver, puis les lessiver, pour enlever les graisses et autres saletés.

L'*effilochage* est un travail qu'on fait avec de lourds marteaux qui sont mus haut et bas : on y emploie ordinairement une machine à vapeur ou une roue hydraulique : les chiffons sont ainsi triturés avec des *piles* de bois ou de fonte.

Cette opération se fait encore avec des lames d'acier non trempé, qui déchirent les chiffons : ces lames sont attachées d'une part sur un billot immobile, et de l'autre, dans des cylindres tournants, de manière que les secondes lames croisent les premières. La papeterie contient deux de ces machines, dont les vitesses sont inégales, ainsi que le nombre des lames : l'une, nommée *laveur*, sert à laver et effilocher les chiffons ; l'autre les réduit en pulpe très-fine, terme auquel le travail est complété. Comme on peut faire varier l'intervalle du cylindre au billot, les lames peuvent déchirer le chiffon, ou le réduire en pâte ; elles le lavent seulement quand la distance est plus grande. Les lames du billot sont disposées obliquement ; celles du cylindre sont parallèles à l'axe, en sorte qu'elles se croisent et coupent comme celles des ciseaux.

Pendant l'effilochage à la pile ou au cylindre, on conduit un filet d'eau à travers la matière, ou on le supprime, selon le degré de trituration des chiffons. Les cylindres sont préférables aux piles, parce qu'ils abrégent l'opération, et n'exigent pas autant d'emplacement. En effet, pour opérer avec les piles, il faut, avant, soumettre les chiffons à la fermentation dans des cuviers, sous de vastes hangars. Sans cette espèce de putréfaction, les maillets n'agiraient que très-lentement, et ne produiraient qu'une pulpe imparfaite. D'un autre côté, la pourriture atteint le nerf du papier : aussi les piles sont-elles rarement en usage.

Le blanchissage du papier peut être fait avant ou après l'effilochage. Pour le premier cas, on expose les chiffons humides sur des claies, dans une chambre, à l'action d'un gaz décolorant appelé *Chlore* (*Voyez* no 406). Dans le second, on mêle à la pâte un sel appelé *chlorure de chaux*, qui agit par le chlore qu'il contient : au bout d'environ une

14

heure d'action, le blanchiment est opéré, et on délave la pulpe.

Quand la pâte est bien faite, sans flocons, ni grumeaux, on la porte dans une cuve de bois, où des tuyaux de cuivre, chauffés par la vapeur ou par l'air, répandent de la chaleur. On brasse continuellement la pulpe, pour qu'elle reste homogène et qu'elle ne se dépose pas.

On a une *forme* composée d'un châssis, armé d'une suite de fils de laiton parallèles, qui sont croisés et soutenus en dessous par des réglettes. Pour éviter les *vergeures*, ou lignes claires qu'on voit à travers le papier, quand on veut faire du *vélin*, le châssis est fermé par une toile serrée, faite de fils de laiton. Les *filigranes*, ou dessins et figures qu'on voit en regardant le jour à travers le papier, sont produits par des fils de métal convenablement disposés sur la forme. En ces endroits, la pâte se trouvant plus mince, le papier y est plus transparent. Un cadre mince, qui n'a que la grandeur de la feuille de papier, est appliqué sur le châssis. L'ouvrier, tenant cette forme à deux mains, et serrant les bords opposés, prend en dessus, dans la cuve, de la matière très-liquide, en quantité convenable, et, par un tour de main, la distribue avec égalité.

Il a soin de remuer de temps à autre la pâte avec un bâton : on emploie aussi un *agitateur* mécanique, pour éviter que la matière ne dépose. Il passe cette forme à un autre ouvrier, en conservant le cadre qu'il pose sur le châssis que ce dernier lui rend, pour faire une autre feuille. Ce second ouvrier pose la forme sur une planche percée, ou *égouttoir*, placée au-dessus de la cuve, retourne la forme, et applique la feuille sur un feutre de laine qui la détache. Cette feuille a déjà beaucoup perdu de son eau à travers les mailles de la forme; elle en cède encore au feutre; et quand on a ainsi fait une pile de feuilles et de feutres alternativement superposés, on soumet le tout à la presse, qui enlève encore de l'eau surabondante. C'est ce qu'on appelle la *presse blanche*.

Aussitôt, on enlève les feutres et on dispose les feuilles en un tas qu'on soumet de nouveau à la presse, qui leur retire beaucoup d'eau, et leur enlève la couleur jaunâtre

due à la présence des feutres. Les feuilles se collent, il est vrai, l'une sur l'autre, mais on les enlève trois, quatre, sept, et même huit ensemble, et on les fait sécher dans un grenier, à l'abri des courants d'air qui pourraient les déchirer. On peut les séparer les unes des autres, quand elles sont sèches, et les livrer au commerce, pour l'impression des livres, des gravures, etc., après les avoir triées et épluchées. Seulement on a soin d'introduire dans la cuve un peu d'huile et d'alun en poudre, et même un peu de bleu, pour donner un beau blanc au papier.

239. Quant au papier à écrire, il faut le coller, pour l'empêcher de *boire*. Ce collage se fait en plongeant les paquets de feuilles, sortant du séchoir, dans un bain tiède qui contient uu peu d'alun et de *gélatine* (*Voyez* n° 420). Il faut entr'ouvrir les feuillets, les séparer les uns des autres dans le bain, et les disposer sur les feutres, comme la première fois, en les mettant sous presse. On les détache ensuite et on les porte au séchoir. Il ne reste plus qu'à les éplucher, trier, assortir en rames de cinq cents feuilles, mettre sous presse, etc. On réussit actuellement, dans la plupart des fabriques, à coller le papier dans la cuve même.

240. On a imaginé une machine avec laquelle on peut faire épancher la pulpe de la cuve, et la recevoir sur une toile sans fin mobile entre deux rouleaux horizontaux; la matière s'y dispose avec uniformité d'épaisseur et d'étendue. Quand cette feuille a pris assez de consistance, elle passe entre deux cylindres tournants, garnis de feutres, qui lui enlèvent de l'eau : de là, elle s'enroule sur un tambour, d'où on l'ôte en la divisant, pour la soumettre à la presse blanche. Cette machine économise beaucoup le travail et le temps; elle donne des feuilles de grandes dimensions, qu'on coupe ensuite de longueur.

Le meilleur papier se fait avec des chiffons de lin et de chanvre; celui de coton donne un papier mou et sans corps : cependant, en introduisant deux à trois dixièmes de chiffons de lin ou de chanvre dans la pâte de coton, on peut faire de très-bon papier. Le coton lui donne plus de blancheur, et convient surtout pour les gravures.

On réussit aussi à faire du papier avec de la paille, ou des écorces, convenablement divisées et réduites en pulpe; mais cette industrie est encore dans l'enfance. Le houblon, l'ortie, la mauve, le jonc, le mûrier, le chiendent, le foin, etc., ont des fibres dont on peut tirer parti pour faire du papier : les brindilles de hêtre, de saule, de tremble, de châtaignier, peuvent aussi y être employées.

La laine et la soie ne peuvent servir à la papeterie, non plus que les matières animales. Cependant on peut en introduire une faible partie dans la pâte des chiffons.

Les anciens ne connaissaient pas le papier; le mot *charta* signifiait une feuille mince de toute matière; on écrivait sur le *papyrus*, et sur le parchemin. Ce n'est qu'au 12e siècle qu'on commença à connaître le papier de chiffons.

241. Le *carton* se fait avec des débris de rognures de papier : la pâte étant coulée, on la met en presse et on colle la matière entre deux feuilles de papier : enfin on passe au laminoir; et, par des pressions multipliées, on rend le carton dense. Le carton est fin quand la pâte est fine. Quelquefois on le fait avec plusieurs feuilles de papier collées l'une sur l'autre.

On lamine et on lustre les cartons destinés aux apprêts d'étoffes, aux cartes à jouer (n° 249), aux billets de visite.

Le *gaufrage* est une impression qui se fait avec une *planche* gravée, sur le carton humide.

On fait encore, avec la pâte, des ornements, qu'on coule dans des moules, et qu'on colle sur place. Associée avec des substances minérales, des corps gras ou bitumineux, on fait de la pâte un enduit propre à recouvrir les terrasses et les toits.

Le papier qui a déjà servi à l'impression ou à l'écriture, peut être remis à la pâte, et purifié par des agents chimiques.

Papiers de tenture, tontisses, maroquinés.

242. Les murailles et lambris sont souvent revêtus de papiers qui offrent des dessins diversement coloriés; ces papiers se fabriquent en collant d'abord les feuilles par leur bord, bout à bout, pour en faire de longues bandes, appelées *rouleaux :* on y emploie 24 feuilles; la longueur du rouleau est de 9 mètres. Le papier doit être nerveux et bien collé.

La couleur dont on teint le papier de tenture est de la *détrempe* (nº 461) : on en pose une couche, qui est celle du fond du papier. C'est sur cette couche qu'on met, lorsqu'elle est sèche, la couleur qui forme les dessins et figures voulus. On a pour cela des planches de bois sculptées, dont les parties saillantes s'impriment sur le papier, après qu'on les a trempées dans de la peinture, étendue d'abord sur un drap, avec une brosse. Ce moule a des marques de repère, pour porter justement à leur place, non-seulement les empreintes qui doivent bout à bout recouvrir tout le rouleau, mais aussi celle des planches qui doivent déposer d'autres couleurs; car il faut autant de moules que le papier présente de couleurs différentes, et chaque couleur est ainsi appliquée en son lieu quand la précédente est séchée, en se réglant sur les repères qu'elle a laissées. Le travail est d'autant plus long et plus coûteux, qu'on met ainsi un plus grand nombre de nuances différentes. On fait aussi de charmants paysages, des scènes variées, des bordures très-riches, etc.

243. Le *papier tontisse* ou *velouté* se fait en appliquant uue couche de céruse broyée à l'huile de lin (nº 425) dans les endroits du papier qu'on veut velouter; on dépose le papier sur le fond d'une caisse couverte, où l'on a mis les parcelles de laine qui s'attachent au papier à l'aide de ce mordant. Le fond de la caisse est en cuir, et on le frappe avec des baguettes : la tontisse s'élève comme une fumée et va s'attacher sur le mordant. Si le velouté doit présenter des dessins de plusieurs couleurs, il faut répéter la même opération pour chacune, en se servant de tontisses des cou-

leurs successives qu'on veut fixer, et ne mettant du mordant, chaque fois, que là où la couleur doit être attachée.

La *dorure* du papier se met en appliquant des feuilles d'or avec un tampon de coton, ou un pinceau de poil de blaireau, sur les parties qu'on a recouvertes du mordant précédent, et qu'on a presque laissées sécher.

244. Pour faire des *maroquinés*, on prend un papier ferme et bien collé; on fait fondre au feu de belle gélatine, et on y ajoute un peu de graisse ou d'huile, qu'on enlève ensuite. On donne quatre à cinq couches sur le papier, en laissant sécher chaque fois. C'est sur le papier ainsi préparé qu'on étend, avec une brosse, la couleur désirée: il faut au moins deux couches. On enlève ensuite avec une petite éponge humide les parties de couleur qui n'ont pas bien pénétré. Enfin on lustre avec une couche de colle, puis avec une dissolution d'alun, de nitre et de crème de tartre. Il ne reste plus qu'à passer au laminoir, avec une toile métallique ou une planche de cuivre gravée, qui forme les grains.

Quelques autres espèces de papier.

245. Le *papier de Chine* est fait avec du jeune bambou, l'écorce du mûrier de Broussonnet, la peau interne des cocons de ver à soie, etc. Les belles épreuves de gravures sont tirées sur ce papier.

246. Le *papier végétal*, dont les dessinateurs se servent pour calquer, est fait avec la filasse de lin ou de chanvre prise en vert.

247. Les *billets de la Banque de France* sont formés de deux feuilles très-minces, composées comme le papier végétal; le *filigrane* est pris entre deux. Chaque feuille est séchée sous la presse entre deux papiers gris qu'on renouvelle souvent.

Les billets de commerce se font avec du papier très-fin, collé, et de bonne qualité.

248. Le *papier gris* est fait avec une pâte très-commune et de rebut; on y met très-peu de soin, et on ne le colle pas.

Cartes à jouer.

249. Le carton est fait avec trois papiers différents collés l'un sur l'autre. La *régie*, qui perçoit un fort impôt sur ces cartes, fournit le papier de dessus qui reçoit les couleurs : on y imprime les figures en traits colorés, et l'enluminure se donne ensuite chez le fabricant, avec des planches à jour. La planche couvre toute la feuille, et avec un pinceau, on donne une première couleur ; c'est un vrai patron découpé à jour. Si la figure doit porter une seconde couleur, on met de même cette couleur avec une seconde planche, quand la première teinte est sèche ; et ainsi des autres.

Entre les papiers des deux faces, on colle une ou deux feuilles d'un papier plus commun : on met sous presse une pile de ces cartons minces, et de quart en quart d'heure, on augmente la pression : ensuite, on suspend pour faire sécher, et on presse de nouveau.

On sèche au feu ; puis on lisse avec un peu de savon sec, en passant un caillou très-uni et bien rond. On redresse les cartons sous presse, et on sépare les cartes en les découpant avec une machine tellement disposée, qu'on est certain que toutes les cartes ont même taille, en toute rigueur, que leurs bords sont exactement à angle droit, et qu'en renversant quelqu'une d'elles de bas en haut, elle ne se trouvera dépasser celles du même jeu par aucun côté.

Il est indispensable qu'aucun défaut n'apparaisse au dos des cartes.

Colle à bouche.

250. On prend de la *colle de poisson*, ou seulement de belle *colle de Flandre* (n° 418), on la met tremper dans l'eau pendant quelque temps pour la faire gonfler. On retire ensuite toute l'eau, et on fait fondre à un feu doux : on y ajoute un peu de sucre en poudre, de l'essence de citron, etc., pour édulcorer. On coule ensuite très-mince sur une assiette ou dans un moule de verre. En se refroidissant, le liquide se prend en gelée qui se laisse tailler en languettes rectangulaires.

Au bout de plusieurs jours, la colle séchée à l'air peut être employée à coller les feuilles de papier bord à bord. Il faut, pour cela, humecter cette colle de salive entre les lèvres, et la glisser entre les deux faces de papier qu'on veut joindre, et pressant la colle pour qu'il en adhère quelque peu : on frotte ensuite par-dessus avec l'ongle pour déterminer l'adhérence des deux feuilles.

Pour dessiner avec la règle et le compas, il est indispensable que la feuille de papier soit bien tendue. On la mouille, et on la pose sur une table ou planchette très-unie. On colle tous les bords sur cette table, avec la colle à bouche. Le papier mouillé a toujours plus de surface que lorsqu'il est sec. Aussi, la feuille qui était tourmentée par l'influence de l'humidité, se tend parfaitement en devenant sèche, et il est très-aisé d'y former des tracés.

Pinceaux.

251. Nous avons déjà parlé (n° 228) des pinceaux grossiers appelés *brosses :* ceux dont on se sert pour dessiner et laver sont faits avec les poils de la queue des blaireaux, putois, martes, petit-gris... Après avoir dégraissé la queue dans de l'eau alunée, on la peigne, on la sèche, et on coupe les poils par pincées près de la queue. On trie et réunit ensemble ceux de la même longueur ; on lie avec un fil les bouts qui sont à la base, qu'on égalise de ce côté avec un fer tranchant : les bouts opposés étant humectés doivent prendre une forme conique à pointe très-déliée. Enfin, on les passe dans le gros bout d'un tuyau de plume qu'on a ramolli dans l'eau, et on les force à faire passer leurs pointes par le petit bout, qu'on a tronqué net, de manière à produire un étranglement.

Les gros pinceaux ont les poils enfermés dans une enveloppe de fer-blanc, qui remplace la plume.

Typographie, Imprimerie.

252. En multipliant les moyens de répandre l'instruction et de communiquer les opinions, on peut dire que la

typographie a changé la face du monde. Dans l'origine, on sculptait les lettres à la surface d'une planche de bois dur et lisse, et en frottant avec une sorte d'encre, on prenait l'empreinte du texte sur le papier : mais ce procédé dispendieux et imparfait ne pouvait suffire aux besoins de la société. C'est à l'invention des *caractères* mobiles qu'on doit les immenses progrès de l'art de la typographie, et les services qu'il rend chaque jour. Ainsi, quand on lit une page d'un livre, il faut comprendre que chacune des lettres qu'on y voit est saillante au bout d'une petite pièce de métal, libre et indépendante des autres lettres : que ces pièces sont rapprochées, serrées les unes contre les autres, de manière à composer, par leur réunion, le texte qu'on lit; que ces lettres en saillie sont enduites d'encre, et laissent leur empreinte sur le papier humide; qu'enfin, après qu'on a obtenu de la sorte autant d'exemplaires qu'on veut, du texte dont il s'agit, les mêmes lettres sont séparées, puis réunies dans un autre ordre, pour composer un autre discours, et ainsi de suite. Passons en revue les procédés d'un art qui en comprend plusieurs autres, et donne du travail à une multitude d'ouvriers.

253. Le *fondeur en caractères* fait d'abord ses poinçons : ce sont de petits barreaux d'acier au bout desquels on grave une lettre en saillie. On trempe et on recuit, pour avoir une pièce dure sans être cassante. Il faut se procurer autant de ces poinçons qu'il y a de lettres de l'alphabet, de chiffres, points, virgules, toutes ces lettres étant de même hauteur; et même il faut autant de ces systèmes alphabétiques de poinçons, qu'on a de caractères différents d'impression, depuis les capitales, italiques et romaines de grandes dimensions, jusqu'aux lettres les plus petites et les plus serrées, dont on puisse faire usage dans la typographie (*).

(*) La grosseur des caractères prend différents noms, dont voici les plus ordinaires, avec un exemple de chacun:

N° 12. St-AUGUSTIN. Plutôt souffrir que mourir.
N° 11. CICÉRO . . . . C'est la devise des hommes.

Ces poinçons servent à faire des *matrices* : ce sont de petits morceaux de cuivre sur lesquels on grave, en creux, les lettres des poinçons, en les y faisant entrer par la percussion. Le même poinçon sert à fabriquer une multitude de ces matrices, parce que l'acier est dur, et entre dans le cuivre, sans s'user. Ensuite on place une matrice dans un *moule* en fer fait exprès, et qui est monté dans du bois, pour que la chaleur du métal fondu ne se communique pas à la main de l'ouvrier. Le moule est à coulisse, et la matrice y est engagée de manière à laisser un petit filet de passage, jusqu'à l'empreinte en creux de la lettre. A l'aide d'une cuiller, l'ouvrier prend dans un vase où l'on tient en fusion, par la chaleur, du plomb allié à un quart d'antimoine : ce métal composé est à la fois fusible et tenace. Il en verse dans son moule, et donne, en même temps, une petite secousse avec la main pour chasser l'air. A l'instant le métal se fige, et on retire du moule une petite lame, portant au bout un des caractères en saillie.

Ces pièces de métal, appelées *caractères d'imprimerie*, sont ensuite travaillées chacune à part, pour enlever les rebarbes, et réduire la forme à celle d'un petit parallélépipède. On en fabrique un bon nombre pour chaque lettre de chaque corps, en ayant soin d'en faire beaucoup plus pour les lettres qui, telles que *e*, *r*, reviennent plus souvent que les autres dans les discours. Ensuite on accolle un certain nombre de caractères de même corps dans un instrument, afin d'en égaliser les longueurs avec un rabot, et que les lettres soient toutes également saillantes. On pratique une encoche sur le côté, pour qu'on puisse juger d'un coup

N° 10. PHILOSOPHIE. . Les délicats sont malheureux.
N° 9. PETIT-ROMAIN. Patience et longueur de temps
N° 8. GAILLARDE . . . . . Font plus que force ni que rage.
N° 7. PETIT-TEXTE . . . . L'arbre tient bon, le roseau plie.

Chaque corps a d'ailleurs un système de capitales et d'italiques. Les lignes suivantes sont en caractère petit-romain.

N° 9. { *Où la guêpe a passé, le moucheron demeure.*
QUI SERT BIEN SON PAYS N'A PAS BESOIN D'AÏEUX.

d'œil, si quelque lettre se trouve renversée de bas en haut, ou de droite à gauche.

Ces caractères de même corps sont distribués dans diverses cellules sur une table inclinée, où l'ouvrier va prendre avec la main, tour à tour, ceux dont il a besoin. Cette table, appelée *casse*, a des cellules plus grandes et placées le mieux à portée de la main, pour les lettres dont le retour est fréquent. Il faut une grande habitude de cette disposition des cellules, pour s'adresser rapidement à la cellule qui contient la lettre qu'on veut : de même aussi pour briser la planche, c'est-à-dire *distribuer* les caractères, lorsqu'on veut rompre un assemblage de lettres, et les répartir chacune dans sa cellule.

254. Lorsque l'ouvrier, appelé *compositeur*, veut réunir les caractères destinés à former un texte donné, il se place en face de la casse, et tient de la main gauche un outil en fer, appelé *composteur*, où il range à côté les unes des autres les diverses pièces présentant les lettres des mots, et les *espaces* sans lettres qui les séparent, les *quadratins* qui sont de plus grands espaces pour les alinéas. La largeur du composteur se règle à volonté, pour que toutes les lignes aient une longueur donnée, qu'on appelle *justification*. Il place donc les caractères successivement, de manière à former les mots et achever la ligne.

Il faut observer que les lettres se trouvent placées sur le composteur en sens inverse de droite à gauche, pour que, par l'impression, elles soient lues en sens direct sur le papier. Aussi l'ouvrier doit-il avoir pris l'habitude de lire les mots renversés, comme ils paraissent quand on les voit dans une glace.

Quand la ligne est achevée, on procède à une autre ligne, qu'on sépare, le plus souvent, de la précédente, par une ligne blanche, nommée *interligne :* c'est un filet d'épaisseur suffisante, qui empêche les lignes d'être trop serrées les unes après les autres, et qui les espace d'une égale quantité.

Plusieurs lignes étant ainsi achevées, l'ouvrier vide son composteur sur une planche à rebord, nommée *galée*, en faisant attention que les caractères ne se déplacent pas, ni

ne s'abattent. Il remplit ensuite, puis vide de nouveau son composteur, et continue de la sorte tant qu'il convient pour produire une page. Il relie alors le tout avec une ficelle, et met en lieu de dépôt. Lorsqu'il a formé assez de pages pour couvrir une feuille de papier avec le texte composé, il met en *forme* (*).

255. La forme est un cadre en fer bien solidement assemblé, qu'on pose sur un *marbre*, ou table en pierre unie ; et on y place les diverses pages composées, chacune au lieu du cadre qui lui convient, pour qu'en pliant la feuille après l'impression, les pages se succèdent dans l'ordre numérique. A cet égard, on doit ajouter qu'une forme n'imprime qu'un côté de la feuille, et qu'il en faut une seconde pour l'autre surface. On serre, avec des coins de bois et des réglettes, les pages chacune à sa place, en les écartant pour former les marges : et l'assemblage doit être assez solide pour qu'aucun caractère ne glisse, ni ne se déplace, en sorte que le système de cette multitude de pièces ne forme qu'un tout unique. Cette opération s'appelle *imposer la feuille*. Il faut, en outre, que les pages des deux formes puissent tomber en exacte coïncidence des deux côtés de la feuille.

256. On porte alors les deux formes à la presse pour en tirer *épreuve*; on lit cette feuille, et le *prote* ou l'auteur marque, avec des signes de convention, les fautes qu'il y trouve, telles que les *coquilles* ou lettres substituées à d'autres, les lettres renversées, celles qui sont omises ; enfin, le compositeur corrige son ouvrage d'après ces indications. A cet effet, il remet les formes sur la table de pierre, deserre les coins, et, s'aidant d'une pointe, il enlève les caractères fautifs et en substitue d'autres. Ces corrections se font trois à quatre fois successives.

On comprend combien il importe que les poinçons

(*) Le *format* d'un livre se désigne par le nombre de plis qu'on doit faire entrer dans la feuille imprimée, pour qu'en cousant ensuite ces feuilles l'une à la suite de l'autre, on puisse lire le texte. Ainsi, pour l'*in-folio*, la feuille est pliée en 2; pour l'*in-quarto*, elle est pliée en 4, et contient 8 pages; pour l'*in-octavo*, elle est pliée en 8, et contient 16 pages; l'*in*-12 a 24 pages, l'*in*-18 en a 36, l'*in*-24 en a 48, etc.

soient bien gravés, les matrices bien frappées, les caractères bien réparés; car, sans toutes ces précautions, l'impression ne produirait que des lettres informes, mal tournées, obliques; il faut surtout que tous les caractères aient même hauteur, pour que la pression soit égale sur toutes les lettres saillantes; aussi a-t-on soin, avant de serrer les coins, d'appliquer sur ces lettres une planche de bois tendre, et de frapper dessus à petits coups, pour bien niveler les parties saillantes. Le métal d'imprimerie est assez dur pour résister à ces chocs, quoique à la longue l'*œil de la lettre* finisse par s'user.

257. La presse d'imprimerie est formée d'une table soutenue sur des montants solides qui portent une vis en bois ou en fer; cette vis est armée d'un bras ou levier pour la faire tourner dans son écrou, afin que la tête de la vis porte sur une planche solide qui pose sur la forme, ayant entre deux une feuille de papier humide et non collée. Nous décrirons plus tard cette machine (n° 527). On a beaucoup varié la disposition des parties, pour rendre la manœuvre prompte et facile. Une couverture en laine est aussi interposée, pour que la pression des caractères sur le papier soit modérée et ne le crève pas.

A chaque fois qu'un coup de presse a imprimé un côté de la feuille, on encre les caractères, c'est à-dire qu'on y dépose, avec des balles rembourées, ou mieux avec un rouleau de *gélatine* humide, une couche de noir; cette encre est faite d'huile de lin siccative et bouillie avec du noir de fumée, et on y met le feu.

Dès qu'on a imprimé un côté de la feuille au nombre d'exemplaire voulu, on passe à la *retiration*, c'est-à-dire qu'on imprime l'autre forme sur la face encore blanche de papier. Il ne reste plus qu'à étendre pour sécher, assembler, brocher, etc. Quant à la forme, on en distribue les lettres dans la casse, pour servir à composer de nouvelles pages.

258. Bien des perfectionnements ont été apportés, non-seulement à la forme de la presse, mais aussi à toutes les parties de l'art. Par exemple, aujourd'hui on sait fondre plusieurs lettres à la fois; on fait marcher la presse par une

manivelle ; et même l'impression des journaux et des choses qui exigent plus de célérité que de belle exécution, se fait avec une machine sur laquelle un homme dépose le papier blanc, et qui le rend imprimé des deux côtés. C'est par cette raison qu'on réussit à faire les publications à si bon compte, et avec une extrême promptitude.

On a imaginé de *stéréotyper* les feuilles des ouvrages, c'est-à-dire de construire les formes en caractères non mobiles. On commence par composer les pages à l'ordinaire, mais avec des caractères d'un métal plus dur. On élève ensuite la forme au-dessus d'un bain de métal en fusion, et on l'y laisse tomber avec force. L'air est chassé par ce choc, et les caractères s'y impriment en creux : des lames de tôle placées verticalement reçoivent le métal qui jaillit sous le coup. C'est dans la matière refroidie et solide qu'on coule le métal d'imprimerie, en sorte que la même page peut ainsi être reproduite autant de fois qu'on veut, en caractères unis et solidement joints ensemble.

Les grandes lettres qu'on voit sur les affiches sont sculptées sur un bois dur, tel que le buis. On sculpte aussi sur bois les vignettes et les figures linéaires qu'on insère souvent dans le texte même des livres. La gravure sur bois a fait en Angleterre de grands progrès.

Gravure sur cuivre et sur acier.

259. On lamine et on écrouit le cuivre rouge le plus pur, de manière à le réduire en feuilles, de grandeur convenable au sujet qu'on veut représenter, et d'une épaisseur suffisante. Les ouvriers qui font ce travail sont appelés *planeurs*. Ils grattent ensuite la surface et la polissent pour la rendre très-unie et absolument plane : ils en rognent les bords, etc.

Le graveur présente cette planche de cuivre au feu, et quand elle est chaude, il promène à sa surface un nouet contenant un morceau de cire combinée avec de l'huile de lin, et colorée par le noir de fumée, pour mieux aperce-

voir les traits : quelquefois on laisse le vernis blanc, et on l'enfume sur la planche où il est étendu. Quand la planche est refroidie, elle est donc couverte d'une couche de cire noire et mince. C'est sur cette couche qu'il dessine les figures qu'il veut graver. A cet effet, il en fait d'abord le dessin sur le papier ; puis il le calque sur un papier transparent, dont ensuite il rougit le dos avec de la poudre de sanguine. Fixant ensuite ce calque sur sa planche vernie, il décalque, c'est-à-dire qu'il passe sur tous les traits une pointe mousse, qui marque ces traits sur le vernis. Enfin, avec une pointe d'acier qu'il passe de nouveau sur les lignes rouges ainsi formées, il enlève la cire ; et mêt le cuivre à nu en ces endroits ; il a donc ainsi tracé son sujet sur le cuivre, comme s'il y eût transporté le dessin même.

Cela fait, il cerne sa planche d'un petit rebord de cire ; qui en fait une sorte de vase, dans lequel il verse de l'acide nitrique, ou *eau forte*. Cette liqueur ronge toutes les parties de cuivre qui ne sont pas garanties par la cire ; elle creuse donc le cuivre aux endroits que la pointe a parcourus et découverts. Comme il doit y avoir des traits plus profonds ou plus forts que d'autres, selon l'intensité des ombres, on enlève l'eau forte au bout de quelques minutes, on s'assure de la profondeur des traits, et on recouvre c r-taines places avec du vernis qu'on met au pinceau. Puis on recommence à soumettre la planche à l'action de l'eau forte, pour creuser de nouveau les traits encore découverts. Cette opération est répétée autant de fois que le dessin l'exige.

La planche est alors *mordue*. On la chauffe pour enlever la cire, on répare à la pointe sèche les endroits défectueux ou qui ont été oubliés ; on approfondit certaines *tailles* avec le burin, et la planche est gravée, c'est-à-dire que le dessin y est copié en creux.

260. On met sur la planche de l'encre grasse d'imprimeur, et on l'essuie avec un linge, en ne laissant de noir que dans la profondeur des tailles. En superposant une feuille de papier humide et non collée, qu'on recouvre de quelques autres feuilles appelées *maculatures*, et la soumettant à l'action d'une forte presse à cylindres, imitant

un laminoir, on *tire* une épreuve du dessin gravé (n° 528). On fait les corrections, etc.

Comme les exemplaires tirés représentent le dessin en sens inverse, c'est-à-dire que la droite est transportée à gauche, et réciproquement ; lorsqu'on veut que les gravures n'offrent pas cette inversion, il suffit de renverser le calque, en décalquant sur le cuivre sa face opposée. Les corrections et la retouche se font ensuite en regardant le dessin dans un miroir.

261. La *gravure au burin* se fait en copiant le dessin sur le cuivre avec une pointe mousse, et passant ensuite un burin sur tous les traits ainsi marqués en lignes très-légères. On repasse, s'il le faut dans le même trait, tant dans un sens que dans l'autre ; on ébarbe avec un grattoir d'acier triangulaire ; on efface les faux traits avec un brunissoir ; enfin on achève le dessin en creux.

La gravure des lettres se fait au burin, précisément comme on vient de le dire. Il faut un art particulier, surtout pour les cartes de géographie, lorsque l'on veut bien disposer les mots, donner aux lettres une belle forme, ou les faire avec une grande régularité de hauteurs, de distances, etc. Le graveur marque d'abord deux traits parallèles entre lesquels les mots doivent être renfermés ; puis il dessine les lettres, en sens renversés, avec une pointe mousse en acier ; enfin il burine, ébarbe, corrige, brunit, etc.

Le graveur de dessins doit être un artiste distingué, qu'il opère à l'eau forte ou au burin. Cet art a fait en France, depuis un siècle, de grands progrès ; et les tableaux des grands maîtres, reproduits par la gravure, ornent maintenant tous les salons, et même parent, à peu de frais, les demeures des personnes les moins fortunées. Les premières épreuves sont les plus estimées, parce que la mollesse du cuivre élargit les traits, par la pression du tirage. On ne grave la lettre qu'après avoir tiré les premières épreuves dites *avant la lettre*, ce qui en atteste le tirage.

262. Il y a des artistes dont la profession consiste à enluminer les gravures, c'est-à-dire à y distribuer, au pin-

ceau, diverses couleurs. Il faut que le papier soit collé à l'alun et à l'amidon pour recevoir cet ornement. Les cartes de géographie sont ainsi coloriées sur les lignes qui marquent les limites des divisions territoriales.

273. Les parties ombrées des figures sont indiquées dans les gravures par des séries de lignes serrées et parallèles, dont la force et le rapprochement dépendent de l'intensité des ombres. Ce travail très-long et très-ennuyeux dans les planches de grandes dimensions, se fait à l'aide d'une machine qui meut en ligne droite une pointe d'acier ou de diamant, et qui, portant cette pointe en des lieux successifs très-voisins les uns des autres, permet de marquer sur le cuivre des traits parallèles aussi rapprochés qu'on veut. C'est ainsi que sont faits les ciels de la plupart des gravures, et beaucoup d'autres parties.

On grave aussi sur l'acier ; voici comment on s'y prend : on désacière la surface en la couvrant de poudre de limaille de fer, et mettant au feu en vase clos. On laisse ensuite refroidir, et la gravure y est aussi facile que sur le cuire . Quand la planche est gravée, on l'acière de nouveau en la couvrant de poudre de charbon, et chauffant.

Cette planche est ensuite portée sous une presse à cylindres, en acier, et comme la surface de l'un des cylindres, de même développement que la planche, a été désaciérée, elle reçoit en relief tous les traits gravés. On acière de nouveau ce cylindre, et sa dureté devient telle, qu'en passant des planches de cuivre au laminoir, on obtient autant qu'on veut de planches gravées en creux, qui produisent des tirages en nombre indéfini. Ce procédé permet de livrer à bas prix des épreuves d'ouvrages qu'on tire à très-grand nombre.

Lithographie.

264. La gravure exige que le dessin soit fait quatre fois ; savoir : l'original, son calque, le décalqué, et le passage de la pointe sur le vernis pour découvrir le cuivre. Toutes ces opérations sont longues et difficiles. Le lithographe ne fait le dessin qu'une seule fois, sur une pierre plate, sans pores, et extrêmement unie (*Voy.* n° 301) : il se sert pour

cela d'un crayon, ou d'une encre préparée, qui laisse son empreinte sur la pierre, et qui y adhère au point de ne pas se laisser enlever par une forte pression (*). On promène sur la pierre un rouleau élastique chargé d'encre aussi préparée, qui ne s'attache qu'aux traits, sans rien laisser sur les places nettes de la pierre; ces places forment les blancs du dessin. On met ensuite sous presse, avec une feuille de papier humide, comme pour la gravure.

Quant à l'écriture dont on accompagne les dessins, ou même qui compose seule l'objet qu'on veut tirer en nombre (car on lithographie des notes, des avis, des discours, des cartes de géographie, etc.), elle est tracée sur la pierre, comme le dessin. Il faut que l'artiste ait une main très-exercée à cette opération, pour que les caractères soient beaux, et qu'il les ait tracés de droite à gauche, pour qu'ils viennent à la lecture de gauche à droite.

La difficulté de remplir cette condition a fait imaginer pour lithographier les textes manuscrits, un papier *autographique* sur lequel on écrit à l'ordinaire, et qui, par la pression, dépose ensuite son encre sur la pierre, comme si l'on eût écrit en sens inverse.

On se sert de plumes en acier pour écrire sur les pierres.

Voici les recettes de ces compositions :

L'encre autographique est formée de dix parties de savon sec, dix de cire blanche, trois de suif de mouton, cinq de gomme laqúe, cinq de mastic, et trois de noir de fumée. Le mélange intime de ces matières se fait au feu. Il faut encoller le papier sur lequel on veut écrire, avec de l'amidon, de la gomme arabique et de l'alun.

(*) Cette encre est composée de cinq parties de savon de suif, cinq de mastic en larmes, cinq de soude blanche, vingt-quatre de laque en table, et deux de noir de fumée. On fond à un feu vif, et on coule en moule. Pour faire usage de cette encre, on en dissout dans l'eau la quantité nécessaire.

Les crayons lithographiques sont composés de six parties de savon, six de cire blanche, et une de noir de fumée. On chauffe et on mélange bien ces substances, puis on les coule en moule. On taille ensuite ces crayons pour dessiner sur la pierre.

Au reste, les matières employées à faire l'encre et les crayons varient au gré des lithographes.

Pour encrer la pierre qui a reçu les dessins ou écritures, on se sert d'un rouleau en cuir rembourré et élastique, qu'on passe sur une table qui a reçu une dose d'encre : la surface du rouleau s'en charge, et en passant sur la pierre, les parties encrées prennent seules le noir, qu'elles rendent ensuite au papier par le secours de la presse. Cette encre se fait en mettant longtemps bouillir de l'huile de lin dans une marmite de fer, et y jetant quelques morceaux de pain. Ensuite on met le feu à l'huile, et après quelque temps, on arrête la combustion avec un couvercle. On ajoute enfin du noir de fumée broyé sous la molette.

Pour mettre sous presse, on y assure solidement la pierre, on la recouvre d'une feuille humide, et de quelques autres feuilles appelées *maculatures*; un cuir bien tendu est posé sur le tout. Par le mécanisme même de la presse, cette pierre est portée en avant, et un *râteau*, qui a au moins pour longueur la largeur de la presse, et dont l'axe de rotation est en haut et horizontal, passe successivement sur tous les points de la feuille; on répète plusieurs fois cette compression.

Voici donc la série des opérations qui composent l'art lithographique.

Se procurer les pierres convenables; fabriquer l'encre et les crayons qui servent à tracer la surface; faire le papier et l'encre autographique, si l'on n'est pas exercé à écrire au rebours; tracer sur la pierre; corriger les défauts au grattoir; laver la pierre; poser la feuille mouillée, et faire en sorte qu'elle s'y colle exactement et ne puisse pas se déplacer; mettre sous presse; enfin enlever la feuille.

Les pierres lithographiques sont calcaires, c'est-à-dire de celles dont on peut faire de la chaux; mais il faut que le grain en soit fin et serré, sans cavités ni fentes. Les plus belles viennent de Munich, du comté de Pappenheim, etc.; il y en a aussi à Châteauroux, dans le département de l'Ain, et autres lieux de France; mais celles-ci ne sont pas exploitées avec avantage, parce qu'elles ont souvent des défauts. Ces pierres sont taillées à la scie : on en polit ensuite la surface avec le grès, précisément par la méthode usitée pour les *glaces* (nº 487).

Brochure, Reliure.

265. Brocher un livre, c'est en coudre ensemble les feuilles déjà pliées : voici comment on s'y prend. On pose la première feuille à plat sur une table, en présentant son dos le long du bord. On entre dans le dos, vers le milieu de la feuille, une aiguille enfilée, et on la fait ressortir en un autre point du pli. Puis, posant la seconde feuille sur la première, en alignant les dos et les bords du haut des pages, on exécute la même opération, en faisant les deux piqûres juste aux points qui touchent les premières. L'aiguille est ressortie en face de l'entrée de la première piqûre, où l'on a laissé passer un bout de fil ; on tire bien le fil pour le tendre et serrer les deux feuilles l'une sur l'autre, et on noue les fils ensemble. Voilà d'abord deux feuilles liées.

On pose la troisième feuille sur la seconde, et on fait aussi deux piqûres en face des premières, toujours en tirant le fil tendu; cette feuille tient alors par un bout seulement; pour l'attacher par l'autre bout, on passe l'aiguille entre les piqûres des deux premières feuilles qui sont en face, de manière que le fil de l'aiguillée soit tourné dans le fil déjà fixé. On pose la quatrième feuille sur la troisième, en alignant toujours les dos et les bords supérieurs, et on opère comme pour la troisième feuille. On continue ainsi pour toutes les feuilles du volume; enfin, on fait un ou deux nœuds, quand la dernière est attachée.

On a eu soin de recouvrir la première feuille et la dernière d'un papier qui a été cousu avec elle; on met sous presse, puis on enduit de colle en pâte le dos du volume qui présente toutes les piqûres, et une feuille de papier de couleur, pour recouvrir le livre. Cette feuille se colle sur la première page, la dernière et le dos. Il ne reste plus qu'à ébarber avec des ciseaux les marges saillantes des feuilles les plus longues, etc.

266. La *reliure* exige beaucoup plus de soins et d'attention. On tend verticalement plusieurs ficelles parallèles, à distances égales, et les feuilles doivent y être attachées par

le dos, non plus l'une à l'autre, comme dans la brochure, mais à ces ficelles. L'appareil sur lequel on les maintient tendues est formé de deux planchettes parallèles; sur le bord desquelles sont fichés les clous que la ficelle entoure, en allant de l'un à l'autre, tendue parallèlement.

On pose le dos de la première feuille contre les ficelles, et on entre l'aiguille enfilée, près de la première ficelle; on la fait sortir en entourant la ficelle, et faisant rentrer l'aiguille dans le même trou par où elle est sortie, et voilà la feuille qui s'y trouve attachée. On sort ensuite l'aiguille à la seconde ficelle, qu'on saisit de même en l'entourant, et rentrant l'aiguille dans le trou de sortie; et ainsi de suite jusqu'à la dernière ficelle. On a soin de tendre toujours le fil, pour que le dos de la feuille soit bien serré contre toutes les ficelles. On ressort l'aiguille au delà de la dernière ficelle.

On pose ensuite la seconde feuille sur la première, en alignant bien exactement les dos et les bords du haut; puis on fait de même serpenter le fil autour de toutes les ficelles, pour y attacher la feuille, comme on a fait de la première; et on continue ainsi jusqu'à la dernière feuille. On coupe alors les ficelles dans la partie où elles sont attachées aux clous de l'appareil, et les feuilles sont bien liées ensemble par le dos, ou plutôt sont liées aux ficelles mêmes.

Avant de coudre les feuilles, on a eu soin de les passer en revue pour plier de nouveau celles qui l'ont été maladroitement : cette précaution, qu'on ne prend guère pour la brochure, est ici indispensable; car il faut que les chiffres de pagination soient si bien alignés l'un sur l'autre, que si l'on piquait le volume perpendiculairement aux pages, en partant du premier de ces chiffres, il faudrait que l'aiguille enfilât tous les chiffres des unités de ces nombres. Sans cela, quand le livre serait coupé sur ses tranches, les marges seraient parfois obliques aux bouts des lignes, ou ne leur seraient pas parallèles, ou les titres des pages ne tomberaient pas l'un vis-à-vis de l'autre, ce qui serait désagréable à l'œil.

En outre, pour effacer les ondulations du papier, qui

feraient bailler le livre, et surtout les bosses de *foulage* produites par la pression des caractères sur le papier, on bat les feuilles au marteau. Sur une enclume large et bien polie, on pose à plat un cahier de plusieurs feuilles; avec un large marteau, à bords émoussés, l'ouvrier frappe à coups redoublés sur toute la surface. Les plis du dos et des bords sont aplanis, les godures du papier disparaissent, etc.

Ce battage ne peut se faire avec soin sur les feuilles récemment imprimées, parce que l'encre d'imprimerie n'étant pas encore sèche, *maculerait*, c'est-à-dire que les caractères d'une page laisseraient des traces sur la page en contact. Dans ce cas, il faut *satiner* les feuilles, c'est-à-dire les presser entre deux cylindres, ou sous une forte presse à vis, en les étendant une à une sur des cartons qui les séparent. Le battage ne se fait plus alors que sur les plis des feuilles, et pas sur leur surface, qui d'ailleurs ne macule plus.

Quand le livre est ainsi battu, on le coud aux ficelles, comme on l'a dit, et il reste à le rogner et à le recouvrir.

Le rognage est la partie la plus difficile de l'art. On passe les bouts des ficelles dans des trous pratiqués au bord de deux feuilles de carton, on effiloche ensuite les bouts et on les colle sur le carton. Le relieur a une presse à vis qui est construite de manière à avoir des guides pour diriger son couteau, qui est une lame d'acier bien affilée au bout, et à tranchant oblique. Ce couteau est monté dans un cadre à vis qui permet d'allonger peu à peu le bout saillant de la lame. Le relieur a marqué sur le carton les traits suivant lesquels il doit couper, traits bien exactement parallèles aux lignes pour le haut et le bas, et perpendiculaires pour le bord. Le livre étant bien serré dans la presse, de manière que la pointe du couteau retenu dans ses guides suive bien exactement le trait de coupure, l'ouvrier fait aller et venir le couteau, en allongeant peu à peu la lame, qui chaque fois enlève une rognure de papier : il va ainsi jusqu'à la fin de l'épaisseur du livre.

La rognure de la tranche exige plus de soin encore. Avant de mettre le volume dans la presse, on fait jouer les feuilles

sur leurs ficelles, de manière que le dos du livre soit en gouttière régulière et concave, puis on rogne sur le bord longitudinal; ce bord est alors plan; mais en retirant le volume de la presse, et effaçant la gouttière du dos pour le ramener à être plan, la gouttière se présente à la tranche.

Quand le livre est rogné, on le met dans une petite presse à main, en faisant saillir le dos; on enduit ce dos de colle forte qu'on laisse sécher. Ensuite on passe sur les tranches une couche de gomme, puis une couche de couleur à teinte faible.

Nous ne dirons rien ici de la manière de coller et d'étendre sur le livre les peaux de veau ou de basane, d'y imprimer par une forte pression des dessins; non plus que des procédés pour relier à dos brisé en collant une carte sur le dos, afin que le livre reste ouvert où l'on veut, et résiste à l'élasticité du papier; ni comment, par des incisions pratiquées au dos des feuilles, on peut noyer les ficelles dans le tome, ou bien comment on fait au contraire saillir ces ficelles sous formes de nerfs.... Ces détails de l'art du relieur peuvent être aisément devinés.

Comme les cartons de la couverture doivent déborder le volume sur les trois bords qu'on rogne, l'ouvrier a soin, avant de mettre sous la presse à rogner, de faire jouer ces cartons sur les ficelles qui les attachent, de manière qu'après le rognage, lorsqu'il égalisera le dos du livre avec le bord des deux feuilles de carton, ces couvertures dépassent les trois autres bords d'une égale quantité, tant en dessus du livre qu'en dessous.

VII. CHAUFFAGE, ÉCLAIRAGE.

Bois, Charpente.

267. Les graines d'arbres sont semés à la volée, dans un terrain préparé par des labours; ou bien on y repique du plant, procédé beaucoup plus coûteux. On façonne ensuite de temps à autre la terre, et on laisse le reste au travail de la nature. Les arbres croissent et grandissent d'année en année.

Chaque jour les racines tirent du sol une liqueur aqueuse qui est poussée vers les feuilles par la puissance végétative : c'est la séve ascendante ; elle n'est presque que de l'eau. Arrivé aux feuilles, ce liquide s'évapore en partie par les pores exhalants ; l'autre partie est modifiée par les principes que les pores absorbants des feuilles ont puisés dans l'atmosphère. La séve redescend et dépose entre l'écorce et le bois des molécules qui, par leur réunion, dans le cours de l'année végétative, forment une couche de bois renfermée dans une couche d'écorce : celle-ci est beaucoup plus mince. Ce sont deux tuyaux ligneux placés l'un dans l'autre, dans toute la longueur de la tige.

Le jeune bois est d'abord tendre et imparfait ; mais il se durcit les années suivantes. Lorsqu'on coupe un tronc d'arbre transversalement, on voit vers le centre, ou *cœur*, un bois dur, de couleur foncée, entouré d'un bois dont le réseau est lâche, et la couleur pâle, qui est l'*aubier*. Toute cette masse est disposée en couches concentriques qui s'enveloppent l'une l'autre, et dont chaque cercle est le produit d'une année ; en sorte qu'on peut y lire l'âge du tronc, en comptant le nombre de ses couches.

Lorsque les arbres ont atteint un certain âge, qui varie avec la nature du sol et l'espèce d'arbre, ils cessent de croître et dépérissent. On donne le nom de *futaie* aux forêts qu'on laisse vieillir sans les couper ; et celui de *taillis* aux bois qu'on abat de temps à autre. Même dans ces derniers, il y a des pieds qu'on réserve, et qu'on nomme *baliveaux :* ce sont ceux qui ont une plus belle venue, et qui offrent le plus d'espérance.

Les vieux pieds d'arbres qu'on abat sont réservés au charronnage, à la charpente. Dans ce dernier cas, on les *équarrit*, c'est-à-dire qu'on enlève, outre l'écorce, la plus grande partie de l'aubier, en les taillant à quatre faces sur leur longueur. L'évaluation de la quantité de bois d'une solive se faisait autrefois en *pièces*, volume équivalent à 3 pieds cubes, ou 6 pouces de long, autant de large, et 2 toises de longueur. Toute charpente qui n'a pas ces dimensions est évaluée par le calcul ; maintenant les évaluations se font en décimètres cubes.

On donne le nom de *bois en grume* au tronc revêtu de son écorce ; il s'emploie pour faire des pieux, des pilotis, etc. Le *bois d'équarissage* est celui qu'on a taillé à quatre faces, pour la charpente.

268. Les *planches* se font en *débitant* à la scie les bois en grume ou d'équarrissage, selon leur longueur, et par traits parallèles. Dans les montagnes, on tire parti des chutes d'eau, pour faire mouvoir des scies, qui taillent les arbres en les façonnant en planches (no 534). Ailleurs on y emploie des moulins à vent, ou des machines à vapeur. Ces scieries mécaniques permettent de débiter les bois à meilleur compte, ce qui rend moins chères les planches dont l'emploi est si fréquent dans les arts.

On débite aussi les charpentes avec la scie; les ouvriers qui exercent ce métier s'appellent *scieurs de long*. Le bois est soutenu en l'air par deux tréteaux : un homme est debout dessus cette charpente, et un autre est dessous. Ils ont marqué une ligne longitudinale que la scie doit parcourir ; le scieur d'en haut soulève la scie, de manière à empêcher les dents de frotter ; celui d'en bas la tire ensuite verticalement en les faisant mordre.

Lorsque les planches sont en *bois blanc* (tilleul, sapin, peuplier, tremble, etc.), elles sont employées aux lambris, aux cloisons, etc., et à divers ouvrages de menuiserie. Les plus minces et les plus étroites sont appelées *voliges*.

Les constructions navales, les bateaux et toutes les pièces qui sont plongées dans l'eau, se font en *merrain* ou cœur de chêne, bois qui ne pourrit jamais, quand il est sans cesse couvert d'eau. Il se durcit, au contraire, devient noir et très-dense.

269. Quant aux *taillis*, chaque année de croissance ajoute à leur valeur; mais comme cette augmentation diminue à un certain âge, c'est au propriétaire à examiner si elle compense la perte d'intérêt du capital que produirait la vente, si on faisait l'abattage. Si le produit d'un hectare était actuellement de 3,000 francs, cette somme portant 150 francs d'intérêt; et si la crue de l'année rapportait moins de 150 francs, il est clair qu'il serait avantageux de

couper le bois. L'étude qu'on fait de la nature du sol et de l'espèce d'arbres, apprend ainsi s'il convient de couper, en un lieu déterminé, les bois à quinze, dix-huit, vingt et un ans, etc. Alors, on a dû diviser la forêt en étendues superficielles égales, dont chacune est coupée à son tour. Les bois rapportent alors des produits avec la même exactitude périodique que les fermages. C'est ce qu'on appelle des *coupes réglées* (*V*. page 44).

270. Ces bois se vendent ordinairement sur pied, réserve faite des baliveaux. Les acheteurs, exercés à ce commerce, reconnaissent d'avance la quantité de bois qu'on en retirera, et portent leur enchère en conséquence. Et quant aux arbres de futaie, en mesurant la circonférence du tronc, avec un ruban marqué de divisions, on évalue, assez exactement, quel sera le cordage, après qu'on aura abattu l'arbre.

Les menus rameaux servent à faire des fagots, ou des *bourrées*, qu'on vend au cent; les branches sont destinées au charbonnage. On nomme *parements* les brins qui ont au moins 15 centimètres de diamètre. Les autres bois font le chauffage, et se vendent au stère.

On distingue le *bois neuf* du *bois flotté* et du *bois de gravier*. Ces derniers, coupés sur les montagnes de Bourgogne et du Nivernais, sont marqués du chiffre de leur propriétaire, et lancés à la rivière qui coule au bas : la pente est convenablement préparée à cet effet. En bas, chacun reconnaît son bien, assemble les bûches avec des liens en branches flexibles, et en fait un *train* qui flotte jusqu'à Paris. Les bois de charpente y viennent aussi par flottage; mais comme ils sont un peu plus lourds que l'eau, on soutient les trains à flot, en y reliant autour des futailles pleines d'air.

Les bois flottés sont moins chers et moins estimés que les bois neufs, parce qu'ils jettent moins de chaleur et font un feu moins gai. Les *bois lavés* viennent aussi en trains, ainsi que les *bois pelards* qui sont privés de leur écorce, réservée au tannage.

Les bois d'orme, de hêtre, de charme, sont ceux qui jettent le plus de chaleur en brûlant; le chêne est beaucoup

moins bon, quoiqu'il compose presque la totalité du chauffage de Paris. Le peuplier, le saule et les bois blancs donnent des feux clairs et conviennent aux boulangers, aux pâtissiers.

Le bois de chauffage se vend au *stère* ou *mètre cube*; et comme on le taille dans les forêts à 114 centimètres de long (3 pieds ½), on le mesure sur une membrure qui, pour la *voie* ou double stère, a 88 centimètres de haut sur 2 mètres de long. Le stère a même hauteur, et seulement 1 mètre de longueur. La *corde* vaut 2 voies ou 4 stères.

La ville de Paris consomme par an 1 million de stères de bois, valant 15 millions de francs. La consommation de combustibles de tout genre, pour toute la France, excède 500 millions de francs.

Charbon de bois.

271. Il faut considérer un morceau de bois comme un composé de charbon et de plusieurs autres substances, la plupart volatiles : d'où il suit que si, par l'action de la chaleur, on réduit ces substances en vapeurs, sans brûler le charbon, le résidu sera ce dernier corps. C'est sur cela qu'est fondé l'art de carboniser le bois.

Plus le bois est dur, meilleur est le charbon ; le bois abattu depuis un an est celui qu'on préfère pour la carbonisation, et surtout les *essences* de chêne, charme, hêtre, châtaignier, etc. Le bois blanc donne un charbon léger qui s'enflamme vite et ne dure guère ; il est doux et tendre, et fait un beau poli entre les mains des orfévres, planeurs, etc. Le fusain, le tilleul, le peuplier, le nerprun, servent à faire la poudre à canon, etc. La *braise* de boulanger n'est qu'un charbon éteint et en partie consumé.

272. Pour faire le charbon, on choisit dans la forêt un tertre abrité et un peu relevé, pour que les ruisseaux d'eau pluviale n'y puissent aborder. On apporte des bûches, dont la plupart ont environ 6 décimètres de longueur, et sont

grosses de 4 à 16 ou 20 centimètres. Pour établir le fourneau, on fiche au centre une forte bûche verticale pointue; le haut est fendu en 4 : on ajuste quatre bûches horizontales dans les fentes. Dans ces quatre angles droits, on place des bûches inclinées. On range sur le sol une série de bûches disposées en rayons; enfin, on complète le premier étage par des morceaux de bois d'égale longueur, obliques au sol, et appuyés par en haut sur celles qui sont plus près du centre. Des fiches plantées au contour consolident cette masse qui est circulaire, sous un diamètre de 4 à 5 mètres.

Un second étage s'établit ensuite selon la même méthode, et on continue d'élever la masse en forme de dôme, jusqu'à ce qu'elle soit à peu près aussi haute que large. On recouvre le tout de feuilles, de gazon, de terre gâchée avec des cendres; excepté qu'on laisse à 1 ou 2 décimètres de terre, des ouvertures pour l'entrée de l'air.

On retire alors la bûche centrale, et on jette dans ce trou des charbons embrasés : le feu prend, et une fumée épaisse s'échappe par toutes les fissures. Il ne faut alors abandonner le fourneau, ni le jour, ni la nuit. L'ouvrier rebouche successivement toutes les ouvertures qui donnent une issue trop facile à la fumée, excepté par le centre, qui est une sorte de cheminée par laquelle s'opère le tirage. Quand le vent s'élève, on arrête son cours par des abris improvisés. Lorsque de petites explosions fendent la surface du dôme, on rebouche ces cheminées. L'opération dure deux jours et demi à trois jours, selon que le bois est sec ou vert.

Le second jour, le fourneau devient tout noir; il s'en élève une fumée épaisse dont on favorise l'exhalation en perçant l'enduit avec un fourgon; mais bientôt il faut reboucher ces trous, car lorsqu'on laisse pénétrer l'air avec trop de facilité, tout le bois se réduit en cendres.

Quand il ne sort plus de fumée, et que le fourneau est un peu affaissé, le charbon est fait. On laisse le feu vingt-quatre heures à s'éteindre, en le privant de l'air qui pourrait s'y introduire, surtout par le bas. Quand le charbon est refroidi, on décombre le fourneau, en l'ouvrant d'un

seul côté, et on transporte le produit dans un lieu abrité de la pluie, ou bien on le gerbe en meule.

Les bois mal carbonisés dégagent au feu, de la flamme et de la fumée puante : on les nomme en *fumerons*. Il ne s'en trouve que dans les parties où le feu a été mal conduit.

273. Tel est le procédé suivi dans les forêts pour faire du charbon : il a le grand inconvénient de perdre au moins un cinquième du produit, parce que la trop grande activité de l'air ne peut être assez maîtrisée. Divers moyens sont pratiqués pour éviter cette perte ; mais comme ces moyens sont plus ou moins dispendieux, il est rare que l'augmentation des produits compense les frais ; et d'autant plus que, dans les forêts, le bois de taillis n'a pas une grande valeur. Ce n'est donc qu'en certaines localités qu'on trouve des profits à faire le charbon dans des fosses construites en briques, qu'on recouvre par un couvercle en tôle ; ce couvercle est suspendu par une chaîne en fer, à l'aide d'un contre-poids et de poulies, qui permettent de le descendre ou le monter à volonté (fig. 77.) Ce procédé est appliqué en quelques lieux avec avantage, pour diriger le feu et opérer la carbonisation du bois.

Le procédé de M. Mollerat, dont nous avons parlé, p. 137, consiste à distiller le bois en vases clos, et à recueillir les gaz qui se dégagent. Il est vrai que ce moyen est très-coûteux ; mais comme l'opération a moins pour objet d'obtenir du charbon, que de tirer parti des matières volatiles qu'on perd ordinairement, les bénéfices résultent précisément de cette diversité de produits.

Le charbon a la propriété d'absorber les gaz, quand on le laisse longtemps dans les lieux bas et humides, alors il exhale au feu une odeur désagréable. Mais le meilleur charbon, et même la braise, ne brûle qu'en dégageant du *gaz acide carbonique*, dont la respiration est dangereuse : non que ce gaz exerce une action corrosive sur nos poumons ; mais il ne permet pas l'accès de l'air nécessaire à la vie. Ce gaz *asphyxie*, c'est-à-dire étouffe promptement les personnes qui le respirent en trop grande proportion. Des accidents de ce genre arrivent chaque jour, et démon-

trent qu'il faut aérer les lieux où l'on brûle du charbon.

Le charbon sert à détruire la putréfaction. Il ramène au frais les viandes qui se corrompent; en charbonnant l'intérieur d'un tonneau, l'eau qu'on y met se conserve plus longtemps bonne. Les *filtres* de Cuchet (n° 145) tamisent l'eau à travers la poudre de charbon, et la délivrent de toute saveur et odeur, même quand cette eau est putréfiée. On décolore ainsi les vins et vinaigres, etc.

Charbon animal.

274. On distille, à vase clos, des os de toute espèce d'animaux, par un procédé analogue à celui qu'on a décrit (n° 156); on concasse ces os, dépouillés de graisse, et on les place dans de gros cylindres de fonte qui sont chauffés graduellement jusqu'au rouge. Un tuyau sert à conduire les gaz au dehors. Ou bien, on calcine au feu les os dans une grande marmite de fer. Cette fabrication est accessoire à celle du sel ammoniac. (*Voyez* n° 395.)

On retire les os quand ils sont calcinés, et on les met dans un *étouffoir*: il ne reste plus qu'à les passer sous la meule pour les réduire en poudre fine. Cette poudre constitue le *noir d'ivoire* employé en peinture.

La propriété décolorante du charbon animal rend cette matière précieuse pour les raffineries de sucre (n° 124), où elle est généralement employée, parce qu'elle possède cette vertu à un bien plus haut degré que le charbon de bois et qu'elle absorbe divers sels. On en consomme en France près de deux millions de kilogrammes. Les noirs épuisés servent d'engrais; on peut aussi les revivifier et les employer de nouveau à la décoloration des Sirops.

Charbon de terre ou de pierre, Houille.

275. Cette substance, dont il existe plusieurs variétés nommées *anthracite, lignite*, etc., est un véritable charbon naturel, qu'on trouve, en certains lieux, dans les entrailles

de la terre, d'où on le tire pour les usages domestiques. Comme ce charbon est à beaucoup meilleur marché que celui de bois, et développe plus de chaleur, on l'emploie de préférence à la forge, et pour chauffer les bains, les chaudières des fabriques, etc. On s'en sert même pour alimenter les poêles et le feu des cheminées : c'est le chauffage ordinaire en Angleterre et dans divers lieux où le bois est rare. Mais comme ce combustible renferme beaucoup de matières sulfureuses et volatiles, il répand une odeur assez désagréable, à laquelle il faut être habitué. Il développe une chaleur très-intense ; sa flamme est moins vive et moins brillante que celle du bois. La meilleure houille est celle qui donne le moins de cendres pour résidu, qui se gonfle en brûlant, se ramollit, se colle et flambe. Celles d'Angleterre, de Liége, de Mons, d'Anzin près Valenciennes, de Saint-Étienne, etc., passent pour être les meilleures.

On a beaucoup varié sur l'origine de la houille; l'opinion la plus accréditée est qu'elle est le résultat de l'accumulation des végétaux de l'ancien monde qui, par suite de grands cataclysmes, ont été transportés et amassés par des cours d'eau. Elle est disposée en lits ou bancs continus, toujours accompagnés de grès ou de schistes, avec certaines pierres calcaires. Ce charbon est d'un noir brillant, à reflets irisés, opaque, friable, lamelleux... Il contient du soufre, du bitume et des matières terreuses qu'on évalue de 3 à 25 pour cent.

Les lits de houille ont une *puissance*, c'est-à-dire une épaisseur, qui varie depuis 5 à 6 centimètres, jusqu'à 12 et même 30 mètres : quelquefois un lit est placé au-dessous d'un autre, dont il est séparé par des grès et des schistes. Les couches houillères sont rarement horizontales ; elles se contournent et recourbent suivant le fond de la cavité où elles se sont déposées. Quelquefois la couche s'interrompt à une fente verticale, et reprend quelques décimètres plus haut ou plus bas. Il y a des houillères à plus de 4,000 mètres au-dessus du niveau de la mer, et d'autres qui sont à plusieurs centaines de mètres au-dessous de ce niveau. Ces dépôts sont fréquents au pied des montagnes qu'on appelle *primitives*, parce qu'on sait que leur existence est anté-

rieure à toute autre. Les houilles contiennent des empreintes de végétaux qui décèlent leur origine, des coquillages, etc.

Lorsque la nature des localités fait présager qu'il peut y exister un banc de houille, et qu'on s'en est assuré par des sondages, qui en ont fait connaître la puissance, la direction et l'étendue; on perce, à différentes distances, des puits verticaux, qui atteignent la couche houillère. On réunit ces puits par des galeries, qu'on ouvre le plus souvent dans la houille même. Dans les parties basses, on établit des pompes pour l'épuisement des eaux qui viennent s'y réunir. Les machines sont mues par la force des animaux ou de la vapeur, ou des cours d'eau. Le charbon se débite à bras d'hommes, avec des pics, et est transporté au fond des puits, d'où on l'enlève avec des tonneaux soulevés par des machines (*Voy.* l'art. *Mines*, n° 329).

L'Angleterre renferme les mines de charbon les plus considérables; celles de Newcastle produisent par an plus de 36 millions de quintaux de houille, et emploient plus de 60 mille ouvriers. On trouve de ces mines presque dans tous les pays; en Allemagne, en Italie, en Espagne, en Chine, au Japon, etc. Celles de Mons et de Liége fournissent annuellement 12 millions de quintaux de houille grasse: celles du département du Nord en donnent 3 millions et emploient 4500 ouvriers. Dans quarante-deux de nos départements, il existe deux cent trente mines de houille exploitées, occupant plus de 10 mille ouvriers, fournissant 9 à 10 millions de quintaux par an, et représentant une valeur de plus de 40 millions de francs.

On évalue à 15 millions et demi de tonnes (de mille kil.) la consommation annuelle de la Grande-Bretagne, pour ses fabriques, ses forges, ses usines et son chauffage. On pourrait craindre qu'une si grande destruction d'un combustible qui ne se reproduit pas épuisât promptement les mines : mais un calcul simple montre que, si elle était réelle, elle détruirait l'industrie de l'Angleterre, mais cette crainte n'est pas fondée Les mines du comté de Durham ont 594 milles carrés d'étendue superficielle, celles du Northumberland, 243 milles. Jusqu'à ce jour, on n'a ex-

ploité qu'à peine le septième de cette richesse minérale sur 4 mètres d'épaisseur. Or, ces mines sont exclusivement réservées au chauffage de la ville de Londres, qui peut encore y puiser pendant 17 cents ans avec la même abondance. Un grand nombre d'autres localités d'Angleterre contiennent des mines de houille; celles qui sont le long du canal de Bristol contiennent 23 veines épaisses de 30 mètres, étendues sur une surface de 12 cents milles carrés; chaque mille peut fournir 32 millions de tonnes de houille, en sorte qu'en limitant la consommation totale du pays à cette seule région de la province de Galles, on pourrait subvenir aux besoins pendant plus de deux mille ans.

276. La houille, traitée comme pour réduire le bois en charbon, se change en *coke;* cette substance combustible, qui éprouve 40 pour cent de déchet, n'a plus l'odeur sulfureuse du charbon de terre, et ne dégage plus de fumée. Elle sert au chauffage domestique et est usitée dans certaines fabriques, et particulièrement celles de fer, de porcelaines, de poteries, de briques, de chaux, etc.

C'est aussi par la distillation de la houille qu'on se procure le gaz inflammable des usines d'éclairage au gaz. (*Voyez* nº 294.)

Tourbe.

277. Substance combustible, brune, spongieuse et tendre, qu'on trouve en amas considérables dans les terrains marécageux qui ont été le fond d'étangs ou de lacs. Elle y est recouverte d'une couche de terre végétale, ou de sable et de limon. Elle occupe des espaces immenses dans les terres basses et dans les bassins des montagnes. Ces tourbières sont formées de débris de végétaux entrelacés; elles ont une assez grande épaisseur, et sont quelquefois disposées par couches, l'une sur l'autre, séparées par des lits de limon. Ces terrains ont assez souvent une consistance telle, qu'on ne peut y marcher sans enfoncer : les pieux de bois qu'on y veut ficher sont repoussés; les corps lourds qu'on y place disparaissent en peu de temps. Il y en a de flottantes à la surface des eaux, et formant des îlots qui se

meuvent au gré des vents, et supportent des animaux qu'elles nourrissent.

Le *bouzin* est à la surface; il est lâche et spongieux; plus au fond, la tourbe est compacte et noire; enfin plus bas encore, les végétaux y sont réduits en une bouillie. On trouve, dans les tourbières, des animaux et des végétaux décomposés d'espèces vivantes encore sur les lieux voisins; des troncs d'arbres qui ont conservé leur solidité, et même l'empreinte du fer qui les a abattus, des armes, des outils, et même des chaussées entières qui ont été submergées par la tourbe.

Quoique tout prouve que la tourbe soit de création récente, et qu'il s'en produise même de nouvelle chaque jour, on ignore le mode de formation de ce combustible. Il paraît que le sol doit être plutôt froid que chaud, et recouvert d'une eau peu profonde, lentement renouvelée, privée de sels, etc. Les herbes, en se décomposant dans l'air, forment du terreau; et dans l'eau, de la tourbe. On prétend qu'en n'enlevant pas le fond d'une tourbière, elle se reproduit avec le temps. En Hollande, en Hanovre, en Westphalie, en Écosse, etc., il existe de vastes tourbières; lesbords de la Somme, la vallée d'Essone, celle de Beauvais, en ont aussi.

L'exploitation est très-simple; elle se réduit à débiter la tourbe avec la bêche, en briques qu'on fait sécher au soleil ou à l'air, en les dressant et appuyant l'une contre l'autre sur leur longueur, pour qu'elles s'égouttent. Puis on les range par petits tas et on les retourne de temps en temps; enfin on les dresse en meules. On donne de l'écoulement aux eaux par des rigoles : quelquefois il est nécessaire de pomper l'eau qui vient recouvrir le pré et s'oppose à l'exploitation. Ce travail dure tout l'été. Quand la tourbe est en bouillie, on la met dans des moules qu'on bat et qu'on pétrit avec les pieds.

En général, ce chauffage est très-ardent et peu coûteux; on n'en connaît pas d'autre dans un grand nombre de pays, et particulièrement ceux qu'on vient de citer. Mais la tourbe a l'inconvénient de dégager beaucoup de fumée et d'être très-fétide : on la carbonise en vase clos, et on en obtient

un charbon excellent et à assez bas prix, qui remplace, pour la cuisine, le charbon de bois.

Soufflets, Souffleries.

278. Le *soufflet simple* est formé de deux panneaux ou planchettes égales, qui sont ovales, tronquées ou en trapèze, armées d'un court manche; elles sont disposées obliquement l'une sur l'autre, de manière à jouer par leur bout comme sur une charnière, où l'on fixe une petite barre de bois attachée à l'une d'elles selon la ligne de jonction. Une peau clouée sur leurs bords ferme l'espace qui les sépare; elle est plissée et soutenue par des cerceaux. Un des panneaux est percé d'une *soupape* : c'est un trou que bouche en dedans un lambeau de peau qui est cloué à l'un de ses bouts. La barre de la charnière est percée d'un trou où l'on ajuste un canon nommé *tuyère*. Quand on fait basculer les panneaux sur leur charnière en les rapprochant, le vent contenu dans la capacité est forcé de sortir par la tuyère; quand on les éloigne, il rentre par la soupape.

Le *soufflet à deux vents* est formé de deux soufflets réunis, dont l'un souffle quand l'autre aspire. Il y a deux capacités ; un panneau entre deux autres : l'un de ces panneaux est en dessus et a sa soupape et son manche; l'autre en dessous est plein; il y a aussi une soupape au panneau intermédiaire. Quand on rapproche deux des panneaux, le vent sort par la tuyère, et aussi entre dans la seconde capacité, en soulevant la soupape du panneau de séparation ; quand on les éloigne, le vent contenu dans cette dernière capacité sort à son tour.

Les *soufflets de forgeron* sont construits comme les soufflets à deux vents de nos appartements; on les manœuvre en tirant une chaîne verticale qui fait mouvoir un levier, lequel communique à l'un des panneaux mobiles : celui du milieu est fixe, et un poids, dont les premiers sont chargés, en facilite le mouvement. Les soufflets de la *lampe d'émailleur* sont aussi à deux vents; on les meut avec le pied. (*Voyez* fig. 145 et n° 490.)

Les grands fourneaux à fondre le fer dépensent une énorme quantité d'air : il faut donc de puissants soufflets pour les entretenir. Ce sont des pompes qui, au lieu d'envoyer de l'eau, chassent le vent avec un piston. On se sert aussi de *trompes;* une chute d'eau entraîne, en tombant dans un tuyau, de l'air qui est obligé de suivre un conduit appelé *buse*, pour se rendre à la tuyère.

Poêles, Cheminées, Calorifères, Fourneaux.

279. Ces appareils varient de forme et de disposition de tant de façons, qu'il n'est pas possible d'entrer dans tous les détails de leur construction. Les principes généraux peuvent seuls trouver place ici.

Le feu ne peut subsister sans l'air qui lui sert d'aliment : cet air, une fois brûlé, ne peut plus servir à la combustion, et doit être rejeté au dehors, aussi bien que la fumée, qui est une distillation, vaporisant certaines parties volatiles du combustible. Il faut donc tirer du dehors un volume d'air suffisant, et fournir une issue à l'air brûlé et à la fumée. Une cheminée satisfait à cette dernière condition ; les fentes des croisées et des portes suffisent ordinairement à la première.

Si le feu manque d'air nouveau, on pratique un tuyau qui amène l'air extérieur au-dessus du foyer, entre deux planches de plâtre : c'est ce qu'on appelle une *ventouse*. Cet air rabat même la fumée qui tend à redescendre, et la chasse.

La cheminée a un tirage d'autant plus vif que le tuyau est plus long. Ce tuyau ne doit être dominé au dehors par aucune construction qui, recevant l'effort du vent, rabattrait l'air sur l'orifice supérieur. Si le tirage est très-fort, l'air intérieur de la chambre se renouvelle trop souvent, et la cheminée ne donne que peu de chaleur ; s'il est trop faible, la cheminée fume : c'est entre ces deux états que le fumiste s'efforce de rester, pour la bonne disposition de sa construction.

Un tuyau de cheminée trop vaste permet à deux courants

d'air de s'établir, l'un montant, l'autre descendant; alors on brûle beaucoup de combustible, on a peu de chaleur, et on est incommodé de la fumée. On estime que la section du tuyau ne doit pas dépasser $\frac{1}{4}$ de mètre carré en surface; il faut que l'ouverture de la cheminée, près de l'âtre, soit resserrée et voisine du foyer. Si l'on veut tirer parti du rayonnement des charbons ardents, les surfaces doivent être lisses et luisantes (on y met un revêtement de faïence), et disposées en plans obliques.

280. Nos appartements sont sains, parce que les cheminées renouvellent souvent l'air intérieur; il est agréable de voir briller la flamme; tels sont les motifs de la préférence qu'on donne à ces appareils sur les poêles. Mais la dépense de combustible est énorme, parce que l'air ascendant et la fumée emportent une très-grande partie de la chaleur développée. On s'est assuré que dans les meilleures cheminées, on ne retire guère que les deux centièmes de la chaleur du combustible.

La construction qui est de beaucoup la plus avantageuse est celle qui n'alimente le feu qu'avec de l'air du dehors, échauffé avant d'entrer dans la chambre. Concevez un tuyau qui s'ouvre à l'extérieur, et se rend dans le foyer où il reçoit l'action du feu, puis se relève, et va s'ouvrir aux flancs de la cheminée par des *bouches de chaleur,* et vous verrez que la combinaison qu'on vient d'indiquer sera réalisée; l'air chaud est rendu plus léger et monte, pour ensuite se répandre dans la pièce, et fait place à de l'air froid qui s'échauffe et monte à son tour.

281. Les poêles échauffent beaucoup mieux et à moins de frais, parce que le corps du poêle et les tuyaux reçoivent une partie de la chaleur de l'air et de la fumée, qui en sortent presque froids. Les meilleurs poêles sont ceux qui ne rendent ces produits gazeux que totalement refroidis. Les cheminées à la Desarnod tirent l'air du dehors dans des tuyaux qui traversent le foyer; cet air s'échauffe avant d'entrer dans l'appartement pour réparer les pertes dues à la combustion : l'air brûlé et la fumée ne sont rejetés qu'après avoir parcouru des tuyaux qui font des circuits, où la chaleur se dépose et est transmise à l'air intérieur. Ce

sont surtout les tuyaux à peu près horizontaux qui absorbent le mieux cette chaleur, parce que la vitesse d'ascension y est ralentie.

On pratique des *bouches de chaleur* qui fournissent à la chambre de l'air extérieur, échauffé par le foyer, en traversant les tuyaux qui y sont établis. Un tablier en tôle, qui peut monter et descendre en avant du feu, permet de régler l'ouverture de la cheminée et la quantité d'air pour l'alimentation.

282. Les calorifères servent à échauffer une maison entière avec un seul foyer ; on les établit dans une cave, ou à rez-de-chaussée. Les gaz et l'air chauds montent en traversant divers tuyaux en tôle de cuivre, qui se ramifient, et vont répandre partout la chaleur. On peut aussi échauffer l'air à l'aide de la vapeur d'eau, en la tirant d'une chaudière en ébullition, et la répandant dans des tuyaux. Cette vapeur se refroidit et redevient liquide, et on ménage la pente des tuyaux, de manière que cette eau retombe dans la chaudière. Des ateliers, des serres, sont échauffés de la sorte en différents lieux.

Il faut non-seulement donner issue à l'air brûlé pour ne pas être asphyxié, mais aussi introduire de l'air nouveau pour suffire à la respiration, et à l'alimentation du foyer et des appareils d'éclairage. Car on sait qu'il faut au moins six mètres cubes d'air par heure et par individu pour qu'il puisse respirer sans souffrance. Cet air introduit dans une chambre, s'il n'est pas échauffé d'avance, est une cause de froid quand l'air extérieur est glacial ; à tel point que le feu devient une cause de refroidissement de l'air de la chambre : on n'y reçoit que la chaleur du rayonnement du foyer ; on se brûle et on a froid. C'est donc de l'air échauffé qu'il faut introduire dans la pièce.

283. Les fourneaux sont soumis aux mêmes conditions qui viennent d'être exposées, quelle qu'en soit la destination. Ceux de nos cuisines sont formés d'un foyer où l'on met le charbon sur une grille en fer : au-dessous est un *cendrier*, avec une porte pour l'entrée de l'air, qui traverse ainsi par la grille, s'échauffe, se brûle et monte. Il faut au-dessus un tuyau de cheminée ; car, sans cela,

l'air de la chambre serait bientôt dangereux à respirer. L'air brûlé peut ainsi s'échapper.

La fig. 101 représente ce qu'on appelle un *fourneau à réverbère*, formé de trois pièces, qu'on place l'une au-dessus de l'autre ; l'inférieure A contient le foyer et le cendrier séparés par une grille, dont chacun a une ouverture qu'on peut fermer avec une porte. La pièce intermédiaire B, nommée *laboratoire*, s'ajuste au-dessus du foyer dont elle est séparée par une grille pour recevoir la cornue qu'on veut exposer au feu. Le *dôme* C recouvre le tout et est terminé par une cheminée D. Une échancrure E, prise moitié sur le bord du laboratoire et moitié sur celui du dôme, laisse sortir le bec de la cornue. *a* et *b* sont des anses qui servent à placer et déplacer. Le tout est en terre cuite, renforcée par des bandes en fer.

Les fourneaux pour fondre les métaux, pour chauffer les bains ou les chaudières, sont conçus plus en grand, mais sur les mêmes principes. La longueur verticale des tuyaux de cheminée en détermine le tirage ; plus un tuyau s'élève au-dessus du foyer, et plus la fumée et l'air brûlé sont emportés vivement. La grandeur du foyer doit être en rapport avec la masse de combustible nécessaire au chauffage ; et on doit essentiellement fournir à cette masse en ignition le volume d'air qui lui est indispensable. Il faut 20 mètres cubes d'air pour brûler 1 kilogramme de charbon, et la moitié de cet air échappe à la combustion.

Le tuyau des cheminées ne tarde pas à s'engorger par la suie, et il faut y faire monter un enfant qui le *ramone*; ou si le tuyau est trop étroit, y faire passer et repasser un balai retenu entre deux cordes qu'on tire tour à tour.

Briquet, Pierres, Allumettes, Amadou.

284. Le *briquet* est une pièce d'acier dont on frappe vivement le bord d'une *pierre à feu;* le tranchant enlève de petits copeaux d'acier, qui sautent en étincelles et font prendre feu à l'amadou : la chaleur développée par le choc fait ougir ces parcelles métalliques.

L'agate, la calcédoine, la cornaline, et la plupart des

pierres du genre *quartz*, servent comme *pierre à feu*; les premières sont préférées pour armer les chiens de fusil de luxe. Mais l'espèce qui y est plus ordinairement employée est connue sous les noms de *pierre à fusil*, *silex pyromaque*. Elle est blonde ou bleu foncé, fort commune, et se trouve en rognons dans les lits de craie. Elle se casse facilement au marteau sous forme d'écailles, surtout quand on l'attaque au sortir de la terre, ou après l'avoir conservée dans l'eau. Il faut de l'adresse pour opérer ces fragments, et c'est un genre d'industrie très-exercé dans le Cher et l'Yonne. Tous les cailloux de silex ne sont pas de nature à avoir la cassure lamelleuse avec tranchant; un bon caillouteur peut donner trois cents pierres par jour. La taille des pierres pour les chiens de fusils présente surtout de grandes difficultés.

285. Les *allumettes* se font avec des morceaux de peuplier, de saule, de bouleau, ayant 8 à 10 centimètres de long, qu'on choisit bien secs, sans écorce et de droit fil; on les refend en brins, et on trempe les bouts dans du soufre fondu. On emploie aussi les *chènevottes*, ou tiges de chanvre roui (nº 169).

286. L'*amadou* se fait dans les forêts des montagnes de Suisse, d'Allemagne, à Liége, etc., avec un champignon qui croît sur les troncs d'arbres, est très-large et coriace. On le met dans l'eau, puis on enlève l'écorce et la matière tubuleuse qui est en dessous : on le coupe par tranches, qu'on bat au maillet et qu'on étire, en mouillant de temps en temps. On le foule et on le bat à sec; enfin, on le fait tremper dans une dissolution salpêtrée.

On emploie aussi l'amadou sous le nom d'*agaric de chêne*, pour arrêter le sang qui coule des blessures.

On se sert de procédés très-répandus pour se procurer de la lumière, à l'aide de *phosphore*, d'allumettes oxygénées, de pyrophore.... Nous en parlerons en traitant des substances chimiques (nº 407).

287. Le *briquet pneumatique* est un petit cylindre de cuivre fermé à un bout; à l'autre bout, on entre un piston semblable à celui d'une seringue, mais qui porte en dessous une petite cavité, où l'on met un peu d'amadou. Après

avoir entré ce piston dans l'orifice ouvert du cylindre, on pousse vivement le piston pour le faire glisser le plus avant possible dans le cylindre : la compression de l'air contenu dans ce corps développe assez de chaleur pour allumer l'amadou. On retire de suite le piston, et on touche l'amadou avec une allumette qui prend feu.

Chandelles, Bougies.

288. Le *suif* du mouton, du bœuf et de la vache, sert à faire la chandelle ; les graisses de cheval, d'âne, de chèvre, ne conviennent pas autant. On emploie deux parties de graisse de mouton et une de bœuf ; on y ajoute de l'alun pour donner de la consistance (*Voy.* n° 130).

La *chandelle en baguette* se fait en pliant la mèche de coton en double, la tordant un peu, la taillant de longueur, et en filant le pli sur une baguette. Seize ou dix-huit mèches sont ainsi enfilées. On trempe ces mèches dans un bain de suif fondu, on retire et on laisse sécher ; puis on trempe de nouveau et on fait sécher, et ainsi une troisième et une quatrième fois, jusqu'à ce que les chandelles aient la grosseur voulue ; attendu que chaque immersion dépose une nouvelle quantité de suif qui, s'ajoutant aux précédentes, accroît le volume de la chandelle.

On rogne ensuite le bout pour les mettre *droites de poids.*

Les *chandelles moulées* se font en coulant le suif fondu dans des moules de fer-blanc, de plomb ou d'étain. On taille et tord, comme ci-dessus, les fils de la mèche, qui doivent être de coton, sans inégalités, ni corps étrangers. Le moule est un cylindre creux, terminé à un bout en cône percé, et portant à l'autre bout une pièce en entonnoir : ce moule est entré dans un trou pratiqué à une table où plusieurs sont rangés ; une auge placée en dessous reçoit les égouttures de suif. On passe un bout de fil dans le pli de la mèche, et dans l'œil d'une longue aiguille qu'on entre par le trou du bout conique du moule, on tire l'aiguille, la mèche suit, et on en laisse passer une partie hors du moule, tant en bas qu'en haut, où le fil qui la saisit est pris par un crochet. En coulant le suif fondu dans

ce moule, où la mèche est bien juste dans l'axe, le suif se fige et la chandelle est faite. Il ne reste plus qu'à la retirer, la rogner, pour la mettre au poids, et la blanchir. On sait que, selon qu'il en faut six ou huit dans le demi-kilogramme, on dit qu'elle est *chandelle des six* ou *des huit.*

289. En ajoutant de la cire au suif, la chandelle prend plus de consistance et est d'un usage plus agréable : c'est ce qu'on appelle la *chandelle économique.* On peut même mettre un peu de cire fondue dans le moule, le rouler horizontalement jusqu'à ce que la cire tapisse le moule en dedans et y forme un tube creux : en remplissant ce vide par une mèche et par du suif fondu, on compose une chandelle qui est revêtue de cire, a quelques-uns des avantages de la bougie, et n'est pas coûteuse.

On a trouvé qu'en *tressant* les mèches, la chandelle ne coule pas et est d'un meilleur usage.

290. M. Chevreul a reconnu que les graisses sont composées de deux substances, dont l'une tient de la nature de l'huile, l'autre de celle de la cire. En se servant d'alcool bouillant, il enlève la première, l'*élaïne;* en sorte qu'il ne reste plus que la seconde, qu'il nomme *stéarine*, qui, par le refroidissement, se précipite en aiguilles. En faisant évaporer l'alcool, on obtient l'autre principe ou l'élaïne. On a fondé sur cette théorie un art qui permet de convertir le suif en cire; on fait avec cette cire des chandelles qui ressemblent beaucoup à la bougie, et sont moins chères. On les appelle *bougies stéariques*, *de l'étoile*, *du soleil*, etc. C'est une industrie nouvelle et importante.

291. Les *cierges* et *bougies* se font ainsi qu'il suit. On fait la mèche en fil et coton tordus et minces, qu'on cire et qu'on suspend en l'air à un crochet. On verse de la cire chaude avec une grande cuiller le long de cette mèche en la faisant pirouetter, pour qu'elle reçoive la cire avec égalité ; ensuite on laisse sécher entre deux matelas ; on roule sur une table mouillée. On recommence cette opération jusqu'à ce que la bougie ait reçu la grosseur demandée ; on rogne le bout, etc.

On fait aussi des *bougies moulées* comme des chandelles, en coulant la cire fondue dans des tubes de verre qui servent

de moule. Les bougies diaphanes se font avec moitié cire et moitié blanc de baleine, ou avec cette dernière substance seule (n° 130).

Les *rats de caves* et *bougies à la main* se font au tour. On a une longue mèche en fil et coton, dont le bout, passé dans un trou de filière, est attaché à un moulinet qu'on fait tourner : la mèche est cirée, et un crochet la courbe dans un bain de cire fondue, où elle s'emboit en même temps qu'on l'enroule sur le moulinet. On recommence ensuite en passant dans des trous de filière successivement croissants. Quand la bougie a atteint la grosseur demandée, on la coue de longueur, on la plie, et on la met en paquet.

Les *flambeaux* de main se font avec quatre mèches d'étoupes qu'on trempe dans la cire fondue et qu'on tord ensemble; ensuite on cire de nouveau. Le cirage est un mélange de cire, de résine et de térébenthine.

Veilleuses.

292. De petites mèches cirées sont coupées par brins d'un centimètre environ de longueur, et enfilées par un bout dans un trou fait au centre d'un cercle de carte; on rive ce bout en dessous par frottement. Ce petit lumignon est si léger qu'il flotte sur l'huile; on y met le feu, et il s'alimente de lui-même dans le vase où il est placé. La forme de ce vase varie de mille manières. Souvent on double la carte par une rondelle très-fine en liége; ou bien on leste de liége, pour la faire flotter sur l'huile, une très-petite *bobèche* de fer-blanc qui porte la mèche.

Lampes.

293. On s'éclaire souvent, dans les campagnes, avec de l'huile mise dans un vase qui porte un goulot, pour recevoir une mèche cylindrique en coton. Dans les pays où l'on récolte les olives ou les noix, cette huile est la même que celle dont on assaisonne les aliments; mais ordinairement ailleurs, on préfère brûler l'huile extraite des graines

(n° 134). Ce mode d'éclairage est très-incommode, parce qu'il est puant, que la mèche se charbonne, qu'une partie de l'huile se volatilise sans brûler, qu'enfin on a peu de lumière.

Les lampes à pompe sont très-usitées (fig. 34); leur forme est celle d'un chandelier dont le bas est en cône C, qui est le réservoir d'huile. Un cylindre AB, imitant la chandelle, contient une mèche qui porte la flamme à son extrémité. Voici comment on y fait monter l'huile. La base du cône C a un court cylindre D qui est le corps d'une véritable pompe foulante (*Voyez* n° 555); le piston a sa tige soudée à la base du réservoir supérieur AB dans lequel elle se prolonge; il est abaissé quand on pousse la bobèche en bas, et se relève lorsqu'on la quitte : à chaque pression, le jeu de la pompe fait monter de l'huile par la tige du piston qui est creuse, et cette huile dégorge par le haut dans le réservoir supérieur AB, d'où elle monte dans la mèche pour alimenter la flamme : une soupape la retient.

On a reconnu que les mèches plates en gros coton tissu ou tricoté, recevant mieux l'action de l'air, se prêtent bien à la combustion; aussi toutes les lampes communes ont actuellement leurs mèches plates et cirées.

Les *réverbères* servent à l'éclairage des rues. On en comprendra la construction par les descriptions suivantes.

La lampe (fig. 43) est formée d'un cylindre C ouvert en haut, et communiquant par le bas à un conduit A où est la mèche. Il s'agit de faire arriver l'huile spontanément et par doses convenables. Un autre cylindre B, fermé de toutes parts, entre jusqu'au fond du premier, sur lequel il est bien ajusté; c'est le réservoir d'huile. Il est percé à la base d'un trou rond, fermé par un clapet intérieur D. On retire ce réservoir et on le retourne; la soupape laisse l'orifice béant; on emplit le vase d'huile et on le renverse. La soupape s'abaisse et l'huile reste enfermée : on insère alors le réservoir dans son fourreau C, qui porte au centre une petite tige debout, laquelle pousse le clapet et l'ouvre. L'huile alors descend à la mèche. Mais comme l'air ne peut rentrer dans le réservoir, il ne tombe qu'un peu d'huile. Quand on allume la mèche, cette huile des-

cendue se consomme; l'air trouve bientôt un passage par le clapet, à travers celle du réservoir, et une nouvelle dose d'huile descend.

L'utile découverte d'Argand consiste en ce que la lumière est beaucoup plus belle quand la mèche est en cylindre creux, parce que l'air arrivé au dedans et au dehors de la flamme, donne aux lampes un éclat considérable. On vend de ces mèches tricotées qu'on chausse sur un bec cylindrique; et on pousse le bout, par des mécanismes variés, à mesure que la combustion l'exige.

Mais ce qui donne surtout à la lumière beaucoup d'intensité, c'est qu'on entoure la mèche d'une cheminée de verre, qui produit un tirage analogue à celui des fourneaux : l'air échauffé monte rapidement par ce tuyau, et fait place à d'autre air neuf, pour alimenter la flamme.

On donne le nom de *quinquets* aux lampes conçues sur ce principe. Ainsi A (fig. 41) est le réservoir d'huile qui arrive par le conduit F à la mèche roulée autour du tuyau creux C; B est la cheminée de verre, D une cupule qui reçoit l'huile s'égouttant par trop d'abondance. Le réservoir A peut s'enlever du tuyau où il est engagé; on le remplit par un trou que bouche un anneau. La disposition et l'effet sont les mêmes à peu près que dans la lampe fig. 43.

On comprend que la beauté de la lumière dépend de l'abondance avec laquelle l'huile arrive à la mèche, et de la rapidité de la combustion. Aussi faut-il que le réservoir soit aussi élevé au moins que la mèche. Dans la fig. 44, A est le réservoir latéral, versant l'huile par le conduit F, et qui remonte à son niveau dans la mèche C : cette mèche de coton est en cylindre creux, environnée de sa cheminée de verre B. Un petit bouchon ferme le trou I par où l'on verse l'huile dans le réservoir, et il y a un autre trou L plus petit pour la rentrée de l'air. Le tout est monté dans un pied où est un godet pour recevoir les égouttures d'huile. Une vis latérale engrène dans une crémaillère qui fait monter la mèche.

Les *lampes astrales* sont composées sur le même principe. Le réservoir A (fig. 42) est une couronne ou anneau qui entoure la partie de la lampe portant la mèche C. Ces

lampes n'ont pas l'inconvénient de projeter une ombre épaisse derrière le réservoir, comme celles des fig. 41, 43 et 44 : on les monte sur un pied, ou bien on les suspend à un plafond, pour éclairer une salle, un billard....

Toutes ces lampes peuvent être armées d'un réflecteur R en matière blanche ou polie, qui renvoie la lumière et la disperse avec égalité.

On varie la forme des lampes de mille manières au gré du caprice de la mode, et ces meubles peuvent recevoir les ornements les plus riches. Nous ne nous arrêterons pas à tous ces détails.

Les lampes dont la lumière est la plus belle sont celles de Carcel, de Gagneau, etc., dans lesquelles un mouvement d'horlogerie fait monter l'huile du réservoir jusqu'à la mèche. L'appareil de la mèche, de sa cheminée, de son réflecteur hémisphérique ou en globe, est comme dans les précédentes ; mais ce qui les distingue, c'est que le corps de la lampe, qui tient lieu de pied, est aussi le réservoir d'huile, et ce liquide se trouve ainsi beaucoup au-dessous de la flamme : l'huile est montée par une pompe, que manœuvre incessamment la force d'un ressort, à l'aide de rouages. (*Voyez* nº 553.)

On a imaginé aussi de faire monter l'huile qui est dans le réservoir au pied de la lampe, en la comprimant par un fluide plus pesant, situé vers la partie supérieure du vase. Telles sont les lampes de Thilorier, etc.

Quant aux réflecteurs, on les fait en cuivre brillant et même argenté, pour l'usage du cabinet ; ou en porcelaine, en gaze... ; mais les plus agréables sont en cristal, très-poli en dedans, et dépoli en dehors pour modérer l'éclat de la lumière. D'agréables figures sont gravées à la surface, et rendent ces meubles d'un usage général. Ces globes, ou hémisphères, se font en soufflant le verre en boules (nº 486), et le travaillant au diamant, afin de le percer de trous, pour le passage de la cheminée de verre.

Éclairage au gaz.

294. Un ingénieur français, nommé Lebon, observant que le feu de nos cheminées jette beaucoup de lumière, conçut l'idée de faire servir le même foyer au chauffage et à l'éclairage. Cette pensée, il la réalisa, et il est resté l'inventeur du procédé usité maintenant, quoiqu'on ait renoncé à ce double emploi du combustible, à cause de l'odeur intolérable qui s'exhalait de son appareil. Voici le mode adopté généralement.

Dans un fourneau F (fig. 80), dont le cendrier est en C, on établit plusieurs *cornues*, ou gros tuyaux cylindriques A, en fonte de fer. Ces cornues sont hermétiquement fermées aux deux bouts; mais l'extrémité de devant est bouchée par une plaque de fer, qu'on ôte lorsqu'on veut charger la cornue de charbon de terre, et qu'on referme ensuite avec soin par des vis avec écrous, ou de toute autre manière. Le feu, en rougissant la cornue, décompose la houille, et en chasse le gaz hydrogène et diverses autres substances volatiles. Cette houille, qui est entièrement privée d'air, ne peut brûler; elle rougit, et le résidu est ce qu'on appelle *du coke*, qui sert à la combustion de nos foyers, à fondre le fer, et même à alimenter le feu du fourneau F (nº 276).

Si le gaz hydrogène carboné, provenu de cette distillation à feu nu, était pur, il suffirait de le conduire directement au bec de la lampe; mais il n'en est pas ainsi : il faut donc le dépurer. Du haut de la cornue A part un tuyau B qui donne l'écoulement au gaz, et se recourbe dans un cylindre horizontal D, où il va plonger dans de l'eau qui y est mise sans le remplir en entier. Au contraire, un tuyau I, recourbé deux fois pour ne pas laisser passer le gaz, donne issue au liquide, quand il dépasse un niveau fixé. Ainsi le gaz qui arrive par le tuyau B se lave une première fois dans l'eau du cylindre D, et y dépose une partie des substances fétides qu'il contient, et que le refroidissement a condensées.

Le gaz s'écoule par un long tuyau plusieurs fois replié en G, H, et, continuant de se refroidir, va déposer dans

un réservoir K′ le goudron fétide dont la chaleur l'avait chargé. Les deux réservoirs K et K′ donnent issue à ces matières, qui ont des usages dans les arts, surtout le goudron. Il est entendu que le tuyau plonge et est ouvert dans le réservoir K′, pour que le gaz ne puisse s'échapper par l'orifice.

Dans cet état le gaz est encore très-fétide. On le fait arriver dans un réservoir L chargé d'eau de chaux, où il est amusé quelque temps par un volant agitateur qu'on tient sans cesse en mouvement. Cette eau est renouvelée de temps à autre. La chaux a la propriété d'absorber les parties fétides du gaz, qui sort alors pur de ce réservoir.

Maintenant on opère différemment. Au lieu d'eau de chaux, on se sert de mousse stratifiée dans une boîte L, et saupoudrée de chaux par couches. Le gaz est conduit au fond de ce coffre par le tuyau M, et son mouvement est ralenti par tous les obstacles qu'il y trouve. Étant ainsi mis en contact avec la chaux, il se dépouille de son odeur.

Le couvercle P de ce coffre est suspendu au plafond par des poulies et un contre-poids, afin de pouvoir l'enlever aisément. Ses rebords sont entrés dans une gouttière circulaire qu'on emplit d'eau, ce qui ferme absolument le passage au gaz. Un robinet du tuyau M, quand on le ferme, force le gaz à suivre une autre route qu'on lui offre, pour aller à une seconde boîte semblable à L, quand on veut renouveler la chaux de ce réservoir.

Le gaz est actuellement propre à l'éclairage. Ce n'est pas de l'hydrogène pur; mais ce gaz y est combiné avec du charbon qui donne beaucoup d'éclat à la lumière. Comme la consommation se fait à des heures réglées et à doses déterminées, il faut encore l'amasser dans un dépôt d'où on le fera sortir, en le mesurant, quand le temps sera venu de le distribuer. Ce lieu de dépôt est le gazomètre N, fig. 77.

Dans un vaste cylindre, ou une cuve en bois, est située une cloche renversée N, en tôle de fer, hermétiquement close de toutes parts, mais ouverte par en bas. On verse de l'eau dans le cylindre de bois, de manière que les bords

inférieurs de la cloche en soient toujours baignés, et que le gaz qui arrive par le conduit O ne puisse s'échapper. Cette cloche N est énormément lourde, car elle a des dimensions considérables, comme on va le voir. Le sommet de la cloche porte une chaîne de suspension à une poulie R avec contrepoids, de manière que son poids ne soit presque rien. Le gaz, qui arrive à mesure que la distillation avance, soulève la cloche par son élasticité naturelle, et le gazomètre ne tarde pas à être soulevé et à se remplir en entier; les bords sont toujours baignés dans la cuve, où le gaz est emprisonné et reste disponible.

On ferme alors un robinet du tuyau O; le gaz épuré va se rendre dans un autre gazomètre; et cela tant que dure la distillation.

Il faut observer que le gaz doit être très-peu comprimé dans le gazomètre; car il le serait aussi dans tous les tuyaux G, H, B, avec lesquels il y a communication; et la cornue qui est rouge n'y pourrait résister, et se fendrait en éclats.

N'oublions pas de dire que toutes les cornues communiquent, il est vrai, ensemble par le cylindre D; mais un robinet suffit pour interrompre cette communication, afin que lorsqu'on veut charger une cornue, le gaz actuellement fourni par les autres ne puisse sortir par l'orifice de cette cornue qu'on est forcé d'ouvrir.

Du gazomètre, le gaz s'écoule par un tuyau Q conduit ordinairement sous terre, et va se distribuer, par des embranchements, dans tous les lieux où l'on veut. Le bec qui donne la lumière n'est autre chose que le bout du tuyau qui est criblé de quinze petits trous, et environné d'une cheminée de verre, comme la lampe d'Argand, dite quinquet. Le gaz, sous la pression qui le chasse, dépendante du poids du gazomètre, sort par ces trous; on y met le feu, et la combustion produit une belle lumière.

Plus la charge du gazomètre sur le gaz qu'il contient est considérable, et plus il arrive de gaz à la fois; plus on a donc de lumière, et plus aussi on dépense de gaz et d'argent. L'expérience apprend quelle est la charge minimum qu'on doit laisser au gaz, pour dépenser précisément

le volume suffisant à l'éclairage. On compte qu'il faut 38 litres de gaz par heure pour avoir la clarté d'une lampe d'Argand, dont la mèche a 15 millimètres de diamètre. Mais il faut une dépense moitié plus forte pour obtenir la belle lumière de nos boutiques, ou 57 litres par heure (1 mètre cube et $\frac{2}{3}$). On doit évaluer l'éclairage diurne à 4 heures $\frac{1}{2}$ ou 5 heures, terme moyen de toute l'année, savoir, de 7 à 8 mètres cubes de gaz par jour. La grandeur du gazomètre est donc déterminée par le nombre des becs, en observant qu'en hiver il en faut fournir de 4 heures à minuit, et en été seulement depuis 9 heures environ.

Au lieu de distiller la houille, pour en tirer le gaz propre à l'éclairage, on peut employer l'huile qu'on fait tomber goutte à goutte sur du coke placé dans la cornue. La chaleur vaporise et décompose l'huile, ce qui donne aussi du gaz hydrogène chargé de charbon. Ce mode d'éclairage est fort économique. On peut encore distiller la résine, etc.

On compte qu'en distillant 1 kilog. de houille, on obtient 160 litres de gaz (l'éclairage d'une heure), et il faut brûler $\frac{3}{4}$ de kilog. pour cette distillation. Le coke de la cornue a perdu $\frac{1}{3}$ de son poids, mais son volume s'est accru de moitié, et le coke se vend à la mesure. Le prix d'un bec à Paris, est, par an, calculé sur 12 centimes par heure chaque jour (94 fr. par an, depuis la fin du jour jusqu'à minuit).

Autoclave, Soupape de sûreté.

295. Lorsqu'un vase est hermétiquement clos, et que ses parois sont assez fortes pour résister à une grande pression intérieure, on a reconnu que la viande qu'on soumet dans ce vase, à une haute température, est plus promptement cuite, plus savoureuse, et donne un bouillon meilleur et plus abondant. L'autoclave est une marmite construite pour gouverner la cuisson d'après ce principe.

Sa forme est un cylindre ovale, à fond plat, ouver en

dessus; mais l'ouverture est rétrécie par un rebord, et on la ferme avec un couvercle ovale aussi, plus large qu'elle, qu'on y entre de côté, et qu'on remet horizontal quand il est entré. Les bords sont doublés d'un carton mou, qui s'applique sur la bordure interne de la chaudière, et s'y imprime, à l'aide d'une vis de pression, au centre du couvercle, mordant dans un écrou au milieu d'une traverse. Cette disposition est telle, que plus la pression intérieure de la vapeur sera forte, et plus le couvercle sera maintenu serré contre le rebord de la chaudière.

On introduit d'abord la viande et l'eau dans l'appareil, on met le couvercle, et on pose sur un fourneau allumé. La chaleur réduit le liquide en vapeur, et la force expansive peut être tellement élevée, que le vase se briserait en éclats, en faisant une explosion dangereuse, quelque forte que fût la tôle, si on n'usait de deux précautions : la première, de donner à l'enveloppe une force capable de résister à une puissance décuple de celle que la vapeur doit acquérir, pour que l'objet qu'on a en vue soit rempli; la deuxième, de disposer au couvercle une *soupape de sûreté*. Voici en quoi consiste cette invention destinée à s'opposer aux dangers de l'explosion.

296. On pratique au couvercle un petit trou A (fig. 53) conique, qu'on remplit par un bouchon de métal exactement de même calibre : c'est ce qu'on appelle une *soupape*; elle est retenue par son poids ou celui dont on la charge, ou même par un ressort dont la force est calculée. Quand la force expansive de la vapeur dépasse la limite fixée par ce poids ou ce ressort, la soupape est soulevée, et, la vapeur s'échappant, sa tension redescend au degré qu'on veut.

Le procédé le plus commode, pour charger la soupape, consiste à faire porter le poids F au bout d'un levier GH qui a son centre de rotation G en un point du couvercle; on éloigne ce poids F de la soupape au lieu qui convient pour qu'elle en soit pressée à un degré déterminé (Voyez *Levier*, n° 493).

297. Une autre précaution qu'il est encore utile de prendre, c'est de boucher un trou fait au couvercle avec un

métal fusible. Darcet a trouvé des alliages métalliques qui fondent à des températures basses, ou même à celles de 90° et de 100° de Réaumur. Dès que la vapeur s'échauffe assez pour atteindre l'une de ces limites, la *rondelle* métallique se fond, le trou redevient béant, et la vapeur s'échappe. Ainsi, on ne peut élever la tension de cette vapeur au-dessus du degré que comporte la température à laquelle le métal de la rondelle fond, sans qu'aussitôt cette vapeur trouve une issue qui lui enlève sa puissance.

VIII. CONSTRUCTIONS.

Plâtre.

298. La pierre à plâtre forme des bancs souterrains en divers lieux; le sol sur lequel Paris est bâti est de cette nature, depuis Lagny jusqu'à Triel : il s'en consomme en cette ville 5 millions d'hectolitres par an, et on en exporte jusqu'en Angleterre. Le *gypse* est une pierre à plâtre pure et cristallisée, tandis que la pierre à plâtre commune contient plus de $\frac{1}{10}$ de pierre à chaux. Pour faire le plâtre, il faut cuire la pierre, c'est-à-dire lui enlever, par la chaleur, l'eau qui y est combinée. Le feu ne doit pas être trop ardent; une température de 120 à 180 degrés suffit. On édifie les pierres en voûtes et arceaux, après les avoir cassées en fragments de toutes les grosseurs : on met des fagots de bois sec sous ces voûtes, et on fait un feu qu'on entretient quelque temps.

Lorsque le plâtre est cuit et refroidi, on le pulvérise avec des *battes* en bois : il est alors propre à lier les pierres, à *crépir* ou boucher leurs joints. Le plâtre est dit *au panier* ou *au sas*, suivant qu'il est passé par les mailles d'un panier à claire voie, ou d'un tamis de crin : ces divers plâtres sont réservés aux *enduits* plus ou moins soignés.

299. Pour employer le plâtre, on met une plus ou moins grande quantité d'eau dans une *auge* en bois, et on y répand le plâtre en poudre; quelquefois on y ajoute de la *musique*, c'est-à-dire du sable ou de la terre. On *gâche* ensuite avec une *truelle*, petite plaque de fer ou de cui-

vre, armée d'un manche. Le plâtre ainsi liquéfié s'épaissit bientôt, d'abord sous l'apparence d'une pâte plus ou moins liée ; puis se durcissant, au bout de peu de temps, il devient enfin une pierre très-dure. En lui rendant l'eau que le feu avait enlevée, la substance reprend sa dureté primitive : aussi la pierre la plus dure donne-t-elle le meilleur plâtre. C'est quand la substance était à demi liquide qu'on lui a fait prendre la forme qu'on voulait qu'elle eût étant solide. Ce qu'on vient de dire explique bien pourquoi les plâtres ne peuvent servir comme plâtre qu'après avoir été recuits, encore ne sont-ils que de mauvais usage ; pourquoi le plâtre longtemps exposé à l'air, reprenant peu à peu l'eau que la cuisson avait enlevée, ne peut plus être employé, etc.

Le plâtre cristallisé, ou *gypse*, ne donne que de mauvais produits; cependant on s'en sert, après la cuisson et la réduction en poudre, pour faire des statues, couler dans des moules de bas-reliefs, etc. ; cuit, pulvérisé, mêlé à une poudre colorée, et gâché avec une dissolution de colle forte, ce gypse compose le *stuc*, substance qui devient très-dure, inaltérable, et dont on fait des ornements, des bustes, etc.

Le plâtre employé se conserve très-bien à l'air, surtout quand on y met des couches de peinture à l'huile.

On fait des ornements de divers genres, des statues, des bustes, etc., avec le plâtre gâché clair et coulé dans des moules en bois qu'on a graissés d'avance. Le coulage peut se faire par pièces ; on est après coup obligé de *réparer*, c'est-à-dire d'enlever les rebarbes que laissent les pièces du moule à leurs sutures.

300. Dans les terrains où abonde la pierre à plâtre, tels que le sol de Paris, les eaux souterraines en dissolvent une assez grande proportion ; ces eaux sont *crues*, c'est-à dire impropres à cuire les légumes, à prendre le savon, etc. Elles filtrent à travers les terres, et tombent par gouttes dans les cavernes ; en s'évaporant, elles laissent pour résidu le plâtre suspendu à la voûte en aiguilles, en colonnes, etc. C'est ce qu'on appelle des *stalactites*. On exploite ces productions sous le nom d'*albâtre ;* on en fait des vases,

des cages de pendule, etc. Le plâtre est si abondant dans les eaux de Toscane, qu'on reçoit ces eaux dans des moules où le plâtre se dépose, se lie, et prend les formes qu'on désire; il ne reste plus qu'à polir. Cet albâtre est tendre, fragile, prend un beau poli, et est d'un blanc de neige, ou nuancé de zones jaunâtres.

La même industrie s'exerce à Paris sur des albâtres de Montmartre, de Sardaigne, etc., qu'on travaille et polit sous mille formes.

Quant à l'extraction de la pierre à plâtre, elle se fait par *carrières*, comme pour la pierre à chaux, la meulière, la houille, le sel gemme, etc. Si la masse n'est recouverte que d'une couche de terre mince et de peu de valeur, l'exploitation se fait à ciel ouvert. Quand la pierre compose une colline, on l'attaque en flanc et par galeries. Enfin, si elle est située par bancs à une grande profondeur, on creuse des puits et des galeries souterraines horizontales; on laisse en divers lieux des supports pour s'opposer aux éboulements. L'extraction se fait au dehors par des *roues de carrières* établies à l'entrée des puits. (*Voy.* fig. 84.) Ce travail est, en petit, le même que celui des *mines* (n° 329). De vastes carrières ont été creusées de la sorte au sud de Paris, dont on a fait des *catacombes*. Celles de Maestricht sont célèbres par leur étendue et leur antiquité.

Chaux, Pierre à bâtir.

301. La chaux s'obtient en cuisant une substance appelée *pierre calcaire*, qui forme des bancs souterrains immenses, et la masse d'un grand nombre de montagnes. Cette pierre sert, en *moellons*, à construire la plupart des bâtiments, parce qu'elle est à la fois dure et commune. Nous avons exposé ci-dessus comment on l'extrait des carrières.

Plus la pierre est dure, et meilleure est la chaux qu'elle donne. La *pierre de liais* est trop belle pour y être employée; on la réserve comme *pierre de taille* pour les façades des édifices. On l'appelle *pierre lithographique* quand

elle a un grain fin et serré, sans cavités, ni traces de coquilles; car un grand nombre de pierres calcaires contiennent des coquilles, tests d'animaux qui indiquent l'origine de la formation, suivant que ces animaux vivaient sur terre, dans l'eau douce ou dans l'eau de mer.

Pour convertir cette pierre en chaux, on la calcine comme pour faire le plâtre, mais à une chaleur beaucoup plus forte et plus soutenue; le four doit être entretenu durant environ douze heures à la chaleur du rouge blanc. On choisit d'abord la qualité de pierres calcaires, car il ne faut pas que les matières étrangères qui y sont ordinairement mêlées surpassent le cinquième de la masse.

La forme des fours varie selon les lieux. Le plus souvent, on dispose les pierres en un grand tas, sans les briser en trop petits fragments. On établit cette masse contre une colline, et on élève autour du tas une muraille en pierres sèches, qu'on recouvre d'une épaisseur de mortier de terre. Sous le tas, on dispose des bourrées, du bois refendu, de la houille, dans une chambre voûtée en grosses pierres qu'on a d'abord ménagée.

Dans d'autres pays, on construit un fourneau en pierres ou en briques, et on y dispose alternativement un lit de pierres cassées en fragments, et un lit de houille ou de tourbe. On allume le feu avec du menu bois, qu'on a mis d'abord en bas. Le feu gagne jusqu'au sommet; et l'on a toujours soin de laisser un espace libre, sorte de cheminée par où se dégagent les gaz, la fumée et même la flamme. Il faut employer le quart ou le cinquième en houille du poids de la pierre à calciner.

302. Retirée et abandonnée à l'air, avec le temps, la chaux se *délite*, c'est-à-dire se résout peu à peu en poudre, et même elle redevient enfin pierre à chaux pulvérisée, ou *craie*. L'action du feu en avait chassé l'acide carbonique (le même qui se dégage de la combustion du charbon, n° 273), et la chaux était le résidu; mais celle-ci reprend peu à peu à l'atmosphère ce même gaz qui s'y trouve répandu. Pour conserver la chaux, on est donc obligé de l'abriter du contact de l'air.

Lorsqu'on verse de l'eau sur de la *chaux vive*, cette eau

est absorbée avec une telle avidité, qu'elle s'échauffe, bout, et se réduit en partie en vapeur. Quand on emploie peu d'eau, la chaux se délite; le volume de la poudre est de deux et demi à quatre et cinq fois plus considérable que celui de chaux en pierre. Avec plus d'eau, elle forme une pâte d'un blanc de neige : c'est la *chaux éteinte*, base de tous les ciments. On la mêle au sable, à la brique pulvérisée, aux pierres pilées, au mâchefer, aux cendres, etc., et on en forme un mortier qui lie les pierres ensemble, et devient promptement très-dur. On reconnaît qu'à la longue la chaux reprend l'acide carbonique à l'air, et qu'elle acquiert une grande dureté.

La chaux contient quelquefois des *pigeons :* ce sont des pierres à demi calcinées qui ne s'éteignent pas.

Il y a deux espèces de chaux, la *grasse* et la *maigre,* qui proviennent de pierres de natures différentes; la dernière ne foisonne guère par l'addition de l'eau, et s'échauffe peu. Parmi les chaux maigres, il en est qui sont *hydrauliques,* c'est-à-dire propres aux constructions sous l'eau : mêlées au gravier et au sable, on en fait des mortiers appelés *bétons* qui se durcissent dans l'eau même. Les ciments sont employés à construire des édifices, des bassins, des citernes, des piles de pont, etc.

Marbre, Albâtre.

303. Le *marbre* est une pierre calcaire dure, à grain fin et serré, qui présente des traces de cristallisation. Celui de Carrare, Paros,... est d'un blanc éclatant. Il existe des carrières de marbre en plusieurs lieux de France, d'Italie, de Grèce, etc. : la plupart de ces pierres sont colorées, veinées et nuancées de teintes variées. On en fait des statues, des vases, des tables, etc.

On connaît aussi un *albâtre* calcaire qui est un marbre assez tendre. La pierre à chaux existe, comme la pierre à plâtre, en dissolution dans les eaux de certaines sources; et, avec le temps, la matière se dépose et forme des amas pierreux, qui vont jusqu'à obstruer le cours des eaux.

Les albâtres gypseux se travaillent plus facilement que ceux qui sont calcaires (n° 300). La calcination des premiers produit du plâtre, celle des autres de la chaux. L'albâtre calcaire est jaunâtre et veiné; on l'estime plus que le gypseux.

Le marbre se trouve dans les carrières en bancs ou en blocs : on profite des joints naturels et des fissures pour détacher les pièces avec des coins et des pinces. Les blocs, sans accidents, sont détachés en masses de 7 à 60 mètres cubes, par le même procédé qu'on retire les meules. (*V.* ci-après.)

On débite les marbres en tablettes avec une scie, sans dents, qui agit par son poids, en s'aidant du sable et du grès mouillé, comme pour les pierres de taille. On suit la direction des fibres ou *passes;* quelquefois, quand la nature de l'espèce de marbre le permet, on coupe en *contre-passe* pour avoir de plus belles veines. On dégrossit la surface avec du grès, puis avec un sable fin etargileux appelé *rabat :* on polit ensuite à la pierre ponce, l'émeri fin, puis le colcothar, etc. On polit à la fois deux tables, en les frottant l'une sur l'autre.

Pierre meulière; Meules.

304. Cette pierre est siliceuse, c'est-à-dire qu'elle étincelle sous le briquet, comme le silex, ce qui n'arrive pas aux pierres à chaux ou à plâtre; elle est percée d'anfractuosités, très-légère et très-fragile, prend bien le mortier et fait d'excellents murs. Il en existe de grandes masses en forme de carrières. Il y en a une variété dure, luisante, qui sert à faire des pavés en blocage, des fondations de murs, des contre-forts, des canaux, des écluses, et principalement des meules de moulin, usage d'où dérive le nom qu'on donne à cette pierre.

Pour tailler ces meules, on arrondit en cylindre le bloc de la carrière, en le taillant au marteau : le diamètre est de 15 à 25 décimètres. On fait dans ce cylindre, à coups de ciseau, des sillons circulaires horizontaux, et des trous

dans lesquels on enfonce des coins de bois séchés au four. L'humidité de l'air, ou l'eau qu'on répand, fait gonfler le bois, et le cylindre éclate en meule.

On fait aussi cette opération en enfonçant des coins en fer, ou par l'explosion de la poudre à canon. On *pique* ensuite ces meules, c'est-à-dire qu'on travaille leur surface au marteau en sillons (Voyez *moulins*). Elles sont cerclées en fer, pour les transporter au loin. Il s'en fait un commerce considérable près de Château-Thierry.

305. Les meules à émoudre le fer, l'acier, le verre, etc., sont des roues de diamètres variables, selon l'usage auquel on les destine; elles sont en grès plus ou moins dur. On les perce au centre d'un trou, dans lequel on entre un axe en fer, qu'on serre avec des coins de bois. On la fait ensuite tourner, et on en unit le contour au ciseau, en ayant soin qu'*elle tourne-rond :* elle est d'abord dégrossie, puis on la polit à sec, en lui présentant un morceau de fer.

Ces meules servent aux couteliers, aux ouvriers en nacre, en ivoire, en os; on use à la meule les verres destinés à l'optique pour les dégrossir, et leur donner la première forme.

Les cristaux se taillent avec des meules en tôle de fer, et on polit ce verre avec des meules en bois tendre, en s'aidant de l'émeri, du tripoli, etc.

On fait aussi des meules à broyer avec un grand nombre d'autres pierres; il suffit que la matière en soit très-dure et très-pesante. Quand nous décrirons les moulins à meules verticales, on verra qu'il est des cas où il n'est pas nécessaire qu'elles soient *rhabillées*, c'est-à-dire que leur surface soit entaillée, ce qui arrive par exemple quand la meule n'agit que par son poids. Alors toute pierre dure peut servir à faire des meules.

Bâtiments.

306. Nous ne parlerons ici que de la construction des habitations particulières, en nous limitant encore aux procédés généraux en usage à Paris.

Lorsque l'architecte a dressé les plans, coupes, élévations, en ayant égard à la forme et à l'étendue du terrain, et à la destination de l'édifice, voici comment on procède à l'exécution.

On enlève les terres pour faire place aux fondations, qui se font en moellons, ou en meulières, ou en pierres de taille. S'il ne s'agit que de faire un mur de clôture, on ouvre une tranchée ayant l'épaisseur du mur; on a soin de faire cette partie plus épaisse d'environ 5 à 6 centimètres, et le mur s'établit en retraite de 2 à 3 centimètres sur chaque face dès que l'on est élevé au-dessus des fondations (elles ont alors environ 5 décimètres de profondeur). Aux deux bouts du mur, on fixe des montants qui servent à attacher deux cordes verticales, ayant pour intervalle l'épaisseur du mur (de 4 à 5 ½ décimètres). Les pierres sont maçonnées en mortier de terre, ou de chaux et sable, ou de plâtre, en s'alignant avec les deux cordes et le fil à plomb. Ces pierres sont posées sur leur plus large surface, cassées, s'il le faut, pour s'ajuster à leur place : les *parpaings* ont pour longueur toute l'épaisseur du mur; leurs bouts paraissent sur les deux faces; ces parpaings rendent les murailles très-solides. Enfin on termine le sommet par un *chaperon* formant le dos d'âne pour égoutter les eaux, en débordant un peu les deux faces du mur; et si le propriétaire ne possède pas le terrain voisin, ce chaperon est en plan inclinée, à un seul égout, du côté qui lui appartient. On revêt quelquefois ce chaperon en tuiles.

Le mur est ensuite *crépi*, c'est-à-dire qu'on en bouche tous les joints avec du plâtre ou du mortier de chaux et sable. Si l'on tient à ce que le mur soit beau, on l'*enduit*, c'est-à-dire qu'on recouvre la surface de plâtre au sas qui la rend unie et régulière.

307. On suit les mêmes procédés pour construire les murs des maisons d'habitation; seulement il faut donner aux fondations une profondeur plus grande, et proportionnée à la charge des étages qu'elles doivent supporter. Le plus souvent ces fondations sont des berceaux de caves. On creuse le terraiu jusqu'à ce qu'on ait débarrassé toute la place, et on construit les caves en murs épais et voûtés,

préparant les fosses d'aisances, et établissant avant tout le puits qui fournira les eaux nécessaires aux constructions.

Les murs sont élevés, en laissant les baies des portes, boutiques et croisées : pour supporter la maçonnerie qui est au-dessus de ces baies, on y place horizontalement des poutrelles qu'on appelle *linteaux*. Au-dessus des baies très-large, telles que la porte cochère, on emploie une poutre de forte dimension nommée *poitrail*. Ces bois portent par leurs deux bouts sur les *pieds-droits*, chaînes de pierres élevées verticalement des deux côtés de la baie. On a soin d'éviter les *porte-à-faux*, qui compromettraient la solidité du bâtiment; de placer toutes les baies dans la même direction, soit horizontale pour un même étage, soit verticale pour les étages successifs. Cette disposition symétrique est autant utile à la solidité, que nécessaire à l'élégance de l'édifice.

Lorsque les murs sont élevés au niveau du premier étage, on y dispose une série de solives parallèles, scellées par les bouts dans les deux murs opposées; elles sont destinées à porter le plancher. Le *plafond* se fait en clouant des lattes parallèles sous les solives, ne laissant entre ces lattes que de petits intervalles. Le plâtre qu'on y jette se prend, s'attache aux lattes, et la truelle qui l'unit en forme un plan d'une très-mince épaisseur. Le dessus des solives est recouvert aussi d'un lattis, ou de petits bois appelés *bardeaux*, sur lesquels on coule le plâtre qui en fait une aire plane qu'on recouvre de carreaux, ou bien d'un parquet.

308. Comme il ne faut pas approcher les solives des tuyaux de cheminée, on fait les deux solives de droite et de gauche d'un plus fort échantillon; on les appelle *enchevêtrures*; et on les lie ensemble par un *chevêtre* qui est un bois transversal, de manière à laisser libre vers un bout l'espace occupé par la cheminée. Les solives qui sont placées entre les enchevêtrures s'assemblent dans le chevêtre par un bout, et dans le mur à l'autre bout. Le manteau de la cheminée est porté dans cette enceinte libre et quadrangulaire, par des chevêtres en fer.

Pour empêcher l'écartement des murs, on fixe à certaines enchevêtrures des ancres en fer qui s'attachent aussi en dehors des murs.

Tous les murs d'un bâtiment ne sont pas de même épaisseur. On fait beaucoup plus minces ceux qui ne servent qu'aux distributions intérieures. Ces cloisons faites en planches, ou plus souvent en *pans de bois*, sont portées par des poutres appelées *sablières*. Mais on donne beaucoup de force aux murs de façade, ainsi qu'à celui qui porte les tuyaux de cheminée. Les *murs de refend* sont disposés perpendiculairement à ceux de face; on les fait très-épais, pour mieux lier ensemble les murs opposés.

Les tuyaux de cheminée sont élevés en plâtre qu'on *pigeonne*, c'est-à-dire qu'on met à la main et égalise avec la truelle, de manière à former un canal qui s'étend de l'âtre jusqu'en haut de la maison. Les tuyaux des étages successifs sont ainsi placés l'un contre l'autre, et ont chacun une face commune avec les tuyaux des deux étages voisins.

309. Les procédés qui ont servi à élever la construction jusqu'au premier étage sont employés de même pour le second, le troisième, et ainsi des autres. Lorsqu'on a atteint la hauteur exigée, il reste à couvrir le bâtiment. On établit, en charpente, des assemblages capables de porter le poids des tuiles, et qui s'équilibrent entre eux de manière à former un système solide, propre à résister aux forces destructives de la nature.

On couvre le haut des murs par des poutres longitudinales méplates, dont la fig. 99 montre les coupes AA; ce sont des *plates-formes* qui répartissent sur toute la surface du mur le poids des tuiles : elles portent au-dessus de la *corniche*.

L'*entrait* est une solive scellée dans les deux gros murs; les *arbalétriers* CC sont des bois en plan incliné qui s'arcboutent en haut sur un bois vertical CD, appelé *poinçon*; l'*entrait relevé* EE maintient écartés les deux arbalétriers. Les *jambes de force* F sont inclinées et relient les deux entraits; elles sont appuyées sur le haut des murs par les *blochets* CF.

Le *faîtage* est une pièce de bois horizontale qui est portée sur le haut du poinçon ; il occupe la partie la plus élevée du toit ; la figure n'en montre que la coupe. Les *pannes* GG sont aussi des poutres horizontales, parallèles au faîtage et aux plates-formes, qui soutiennent les *chevrons* ; ce sont des solives de faible équarrissage, parallèles aux arbalétriers, et qui s'appuient en bas sur la plate-forme, en haut sur le faîtage, et au milieu sur les pannes ; tous ces bois sont assemblés à tenons et mortaises, et chevillés ensemble pour composer un tout solide. Les lattes sont clouées horizontalement sur les chevrons, et espacées à jour ; elles servent à arrêter les crochets des tuiles ; en sorte que les eaux pluviales sont déversées des deux côtés.

L'assemblage représenté par la fig. 100, est ce qu'on appelle une *ferme*. On en établit de semblables d'espace en espace, parallèlement, tout le long de l'édifice ; en sorte que ces fermes portent le faîtage et les pannes, et par conséquent toute la couverture. Cette partie de l'édifice peut être rendue habitable, en y faisant des chambres *lambrissées*, qu'on éclaire par des *lucarnes* percées dans le toit. La place occupée par les fermes est réservée pour les cloisons, et les chambres occupent l'intervalle qui les sépare. La fig. 99 représente un toit brisé en *mansardes*.

Quand la couverture est faite en ardoises, on donne plus de légèreté aux bois ; on cloue sur les chevrons des *voliges*, ou planches minces en sapin, et on attache les ardoises sur ces planches qui sont *jointives*. On recouvre souvent les toitures par des feuilles de zinc, qui n'exigent pas de fréquentes réparations comme les tuiles.

Quand le toit est terminé à son extrémité par une *croupe*, ou un petit toit triangulaire, les charpentes des angles s'appellent *arêtiers*, et les bois qui occupent cet espace triangulaire sont des *empannons*.

Tuiles, Briques, Carreaux.

310. Les tuiles sont de minces plaques de terre mêlée de sable et d'argile, que la cuisson durcit ; on en couvre

les toitures pour les préserver de la pluie. Après avoir mouillé et corroyé la terre, rejeté les cailloux et les racines, on en prend une partie qu'on met dans une petite caisse de bois, tenant lieu de moule ; on passe dessus un rabot de bois qui enlève le surplus de la terre et emplit tout à fait le moule. On retire la tuile, et on ajoute en haut un petit morceau de terre pour former le crochet ; on laisse sécher à l'ombre, puis on met au four.

Des lattes clouées parallèlement sur les chevrons d'un toit servent d'arrêt au crochet des tuiles, et on espace ces lattes de manière que ces tuiles mises en recouvrement l'une sur l'autre ne laissent qu'un tiers de leur longueur à découvert, ce qu'on appelle le *pureau.* Les bords des toits sont garnis de deux tuiles attachées sur le mur avec du plâtre : les arêtes des toits sont garnies de *solins* ou cordons en plâtre. Il faut que les joints de deux tuiles voisines répondent au plein de la tuile de dessous.

Les meilleures tuiles sont celles qui ne contiennent pas de calcaire, et celles qui sont vitrifiées par l'action du feu : elles viennent de Bourgogne ; les tuiles se détruisent par feuillets à l'air. Quant à la cuisson, il faut d'abord empiler les tuiles humides pour les sécher à l'air, sous des hangars. On a un four carré, dont le sol est pavé de briques à jour ; le feu est dessous, et les tuiles dessus. On peut encore les ranger en berceaux, sous lesquels on brûle des fagots et de la houille, comme pour cuire le plâtre.

Les tuiles ont environ 23 centimètres sur 35 ; il y en a de plus petit moule, de 19 centimètres sur 24 : l'épaisseur est d'environ 12 millimètres. On fait aussi des tuiles courbées en gouttière ; une ligne de ces tuiles, suivant la pente du toit, tourne en haut sa concavité, et la ligne voisine tourne la convexité : et ainsi de proche en proche sur toute la toiture.

311. Les *carreaux* d'appartement se fabriquent absolument de même ; leur figure est celle d'un hexagone régulier, dont chaque côté a 9 centimètres : le petit moule n'a que 7 centimètres.

On fait aussi des carreaux en pierre, en marbre noir ; on les taille et on les polit à la manière des marbriers.

312. Les *briques* se font aussi comme les tuiles; elles ont 22 centimètres sur 11 ; leur épaisseur a 5 centimètres. On en construit des murs dans les pays où la pierre est rare, en les liant ensemble avec du plâtre ou du mortier de chaux. Elles se posent à plat, et on fait alterner les joints, dont chacun doit être placé au milieu du plein de celle de dessous. Les briques servent aussi à faire des fours à pain, des foyers et tuyaux de cheminée, et enfin toutes les constructions destinées à recevoir l'action du feu, parce qu'elles y résistent parfaitement, quand elles sont bien cuites et ne contiennent pas de chaux.

Lattes, Treillage, Échalas.

313. On les fait en choisissant du bois de droit fil et le refendant dans la longueur : le chêne doit être préféré, parce qu'il résiste mieux à l'eau, surtout s'il n'a pas d'aubier. On les taille dans les forêts, et les bois de rebut sont livrés au charbonnage.

La *latte* a 13 décimètres sur 5 centimètres, avec une épaisseur de 4 millimètres; on l'assemble par bottes de cinquante-deux. Chacune est clouée sur quatre chevrons.

Le *treillage* est de diverses longueurs; la botte a 72 mètres, lorsqu'on en met tous les brins bout à bout. Ces brins sont, les uns horizontaux et soutenus par des crochets en fer scellés dans le mur, les autres verticaux, de manière à former des mailles quadrangulaires, dont les angles sont saisis par un lien en fil de fer. On fait aussi le treillage entier en fil de fer, au lieu d'y employer le bois.

Les *échalas* ont 1 mètre 75 cent. de long sur 25 millim. en carré; on en réunit quarante dans une botte. Du reste, tous les brins de bois ronds ou équarris sont employés à la campagne. On taille le bout en pointe pour pouvoir ficher en terre. Le châtaignier, l'acacia, le saule, etc., servent à cet usage.

Ardoises.

314. L'ardoise est une pierre qui se débite en feuilles, dont on se sert pour couvrir les toits ; les carrières de Mézières, des Cévennes, etc., en fournissent de moins légères que celles d'Angers, d'où l'on tire la plupart des ardoises dont on se sert à Paris et dans toutes les grandes villes de France. Elles n'ont que deux millimètres d'épaisseur. On cloue sur les chevrons des planches de bois blanc, appelées *voliges* ; chaque ardoise est *épaulée*, avec un marteau, sur une enclume (on en abat les deux angles d'en haut), et attachée avec deux clous sur sa volige, toujours ayant un tiers de *pureau*, et se recouvrant avec les joints cachés comme les tuiles. L'ardoise est rectangulaire, de 30 centimètres sur 22.

Lave.

315. Matière rejetée des volcans par les feux souterrains, qui prend la consistance de la roche, et qu'on exploite comme les carrières. Les laves de Volvic, en Auvergne, sont débitées en dalles ; elles sont très-dures et employées à border les trottoirs, les parapets, les marches d'escalier, et toutes les constructions destinées à résister à des frottements réitérés.

Clous.

316. Il y a bien des sortes de clous, selon l'usage auquel on les destine. La plupart se font à la forge. L'ouvrier fait chauffer le bout d'une tige de fer jusqu'au blanc : il forge la pointe sur un tas carré, étire la tige sur un tas transversal, coupe au tranchet une longueur suffisante sans la séparer tout à fait de la tige de fer, enfonce dans l'un des trous de la *cloutière*, qui est un morceau d'acier préparé pour cet usage ; enfin il frappe en dessus pour former la tête. Il faut, pour faire tout cela, moins de temps que pour lire cette description.

317. Les *pointes* ou *clous d'épingle* sont taillés sur un fil de fer de grosseur convenable. Plusieurs tiges de ces fils étant dressées, sont tenues parallèlement et les bouts bien alignés; ils sont présentés à une meule d'acier qui tourne rapidement et dont la surface est taillée en lime: un léger glissement de ces tiges entre les doigts en présente tout le tour à la meule, et la pointe est faite. On coupe toutes ces tiges d'égales longueurs avec une cisaille. La tête se fait au marteau, en saisissant la tige dans la mâchoire d'un étau qu'on ferme avec une pédale, et laissant dépasser en dessus la petite longueur nécessaire pour être aplatie.

On a imaginé en Angleterre une machine qui découpe des clous dans de la tôle.

Pisé.

318. Les murs construits en terre battue et mouillée sont très-usités dans les pays où la pierre et la brique sont chères; cette construction, appelée *pisé*, est bonne, peu coûteuse et de longue durée, quand on l'exécute bien, et qu'on l'enduit d'un bon crépi en mortier de chaux et de sable.

On fonde d'abord en pierre, à l'ordinaire; et quand le mur est élevé à peu près de 1 mètre au-dessus du sol, on le continue en *terre franche*, c'est-à-dire en terre grasse et collante, qu'on a corroyée à l'eau et purgée de racines, herbes, gros cailloux, etc. A cet effet, en haut du mur commencé, on fixe deux planches parallèles qui en déterminent l'épaisseur. On les relie l'une à l'autre par des cordes et des boulons en bois appelés *lançonniers*, qui traversent le mur en dessous et en dessus des planches. Deux autres planches plus petites, appelés *closoirs*, ferment l'espace aux deux bouts, et des bois ou *étrésillons*, placés entre les longues planches, en maintiennent l'écartement. Les cordes sont enlacées sur les bouts des lançonniers, de manière qu'on a ainsi une caisse placée en haut du mur qu'on veut continuer en élévation.

On remplit cette caisse de terre mouillée, qu'on bat à mesure pour la condenser, boucher les trous, et chasser

l'air. Ensuite on délie les cordes, on ôte les planches et les lançonniers, et on reforme l'équipage un peu plus loin pour recommencer l'opération; bien entendu que pour prolonger le mur dans le sens horizontal, l'un des closoirs est inutile, parce que le bout du mur en tient lieu. On continue ainsi de proche en proche, et on fait une muraille dont toutes les parties sont si bien jointes, qu'elle semble d'une seule pièce. Le mur est percé par les trous des lançonniers; mais, au bout d'un an, on bouche ces trous avec de la terre ou du mortier de chaux et sable, en même temps qu'on met le crépi.

Lorsqu'on arrive à l'angle de la jonction de deux murs, on y fait concourir les assises deux à deux, en se surmontant alternativement; on noie dans chaque assise une planche de sapin pour éviter les lézardes, et on y établit des lits de mortier de chaux et sable.

Quand on destine le pisé à faire une maison, on établit les murs de refend sur les mêmes procédés que les angles des murs; et même, pour consolider les poutres qui portent les planchers, on dispose aussi des planches de sapin horizontales sur les lieux des murs qui sont destinés à porter le plus de charge. Au bout d'un an, le tout est sec, et on peut continuer la bâtisse.

Écluses.

319. Ce sont des constructions destinées à arrêter les eaux courantes et les maintenir à un niveau, d'où leur chute sert à mouvoir des roues hydrauliques, à arroser une prairie, ou bien à la navigation. Ce dernier usage, étant le plus compliqué, nous occupera seul, attendu que les autres cas ne sont que des simplifications. L'*amont* d'un courant est la région du niveau supérieur, et l'*aval* celle du niveau inférieur, en un lieu quelconque de son cours.

On établit des écluses sur une rivière ou un canal de distance en distance, pour que l'eau soit dormante dans leur intervalle, qu'on appelle *bief*: les bateaux y marchent avec une égale facilité dans les deux sens. La chute d'eau d'une écluse dans le bief inférieur n'est jamais de plus

de 2 à 3 mètres. Le canal forme ainsi une sorte d'escalier, dont les bateaux doivent franchir les degrés, entre deux systèmes de portes qui enferment un espace appelé *sas*, bassin où se logent les bateaux, soit pour monter, soit pour descendre.

Quand on veut descendre, on ouvre les portes d'amont, et on entre dans le sas, où l'eau est au niveau du bief supérieur ; on ferme ensuite ces portes d'entrée, et on laisse une issue à l'eau du sas, en ouvrant le guichet des autres portes qu'on appelle *de mouille;* le niveau s'abaisse, les bateaux descendent doucement, et on ouvre les portes de mouille pour les laisser sortir.

Pour monter le canal, au contraire, on ouvre les portes de mouille pour laisser entrer les bateaux dans le sas, où l'eau a le niveau du bief inférieur : on ferme ensuite ces portes, et on ouvre le guichet des portes d'entrée, pour que les eaux s'y introduisent et s'y élèvent au niveau du bief supérieur : on ouvre alors les portes d'entrée, et les bateaux continuent leur route dans ce bief, jusqu'à la prochaine écluse, où ils montent une nouvelle marche de l'escalier, et ainsi de suite. La perte d'eau, à chaque opération, est le volume renfermé dans le sas.

Quand les plis du terrain obligent de rapprocher les écluses, les portes d'entrée de l'une servent de portes de mouille à la suivante, et il n'est plus nécessaire de doubler les arrêts.

320. L'écluse est formée de quatre parties : les fondations, le radier, les bajoyers, et les portes busquées. On construit d'abord sur l'emplacement, selon les règles de l'art, les fondations en pilotis, en béton, en maçonnerie ; on bâtit des contre-forts de consolidation, etc. ; puis on établit le *radier*, ou plancher de l'écluse, qu'on pave ou qu'on recouvre de bois de charpente.

On fait ensuite les *bajoyers*, ou murs latéraux de l'enceinte, enfermant le sas entre les portes d'entrée et celles de mouille. Ces murs sont solidement construits en pierre de taille et en ciment de chaux hydraulique ; on y ménage des *enclaves* ou enfoncements, pour les battements de portes ouvertes, et on prolonge ces murs obliquement en

amont de l'écluse, pour faciliter l'entrée de l'eau, et lier les bajoyers aux murs des quais.

Les portes sont plates ou bombées, et s'arc-boutent un bord contre l'autre, sous un angle d'environ 135 degrés, et en bas, contre la partie du radier appelé *busc*. Ces portes, pressées par la charge d'eau, se tiennent fermées. Le sas a ainsi la forme d'une chambre hexagone à un angle rentrant.

Les portes busquées sont faites en charpentes très-solidement jointes, de manière à empêcher l'eau de passer. Les montants se joignent hermétiquement aux murs, et l'eau y est parfaitement encaissée. Elles tournent sur d'énormes gonds et des *crapaudines* (n° 380). On ouvre ces portes à l'aide d'un quart de cercle denté qui est fixé en haut des montants, et de roues, de pignons, manœuvrés par une manivelle. Un seul homme suffit à cette opération.

Les portes ont un guichet pour laisser passer l'eau d'un côté à l'autre, lorsqu'on veut vider ou remplir le sas. Ce guichet ferme avec une petite vanne qu'on lève et baisse avec un cric.

Souvent on préfère aux guichets un petit aqueduc appelé *pertuis*, qui communique du sas avec le bief, soit d'amont, soit d'aval, et qui est fermé par une vanne à coulisse.

321. Les portes sont très-massives, on s'en sert comme de pont pour traverser d'une rive à l'autre; mais le plus souvent, on construit un *pont tournant* qui, mû sur deux pivots, se range par moitiés contre les bajoyers, pour laisser passer les bateaux.

Les écluses d'usine sont de simples barrages en pièces de charpente, qu'on corroie avec de la glaise, et qu'on maçonne aux deux bouts pour les lier et retenir ensemble. On y ménage la place d'une vanne à l'entrée du *coursier* par où l'eau arrive à la roue qu'elle doit mouvoir. Cette vanne est montée ou baissée à volonté pour l'écoulement du volume d'eau qu'on désire. Elle est placée, soit près du niveau de l'eau, pour que ce fluide s'échappe par-dessus, ou au fond du coursier, pour qu'il passe par-dessous, selon

le système de roue hydraulique qu'on a adopté (fig. 133 à 136).

Canal.

322. Un *canal* est une rivière artificielle destinée à la navigation, dans les lieux où elle ne serait pas possible sans ce secours ; on en fait aussi qui servent aux irrigations; mais celui-ci n'étant qu'un simple aqueduc, sa construction peut être considérée comme un cas particulier du premier, sur une moindre échelle.

Un cheval ne peut guère porter à dos que 100 kilogrammes. Il en peut traîner jusqu'à 1,000 sur une route unie et avec une voiture légère; mais, sur un canal, il peut, avec la même vitesse et la même fatigue, traîner jusqu'à 20 mille kilogrammes sur une eau stagnante. L'usage des canaux est donc d'un immense avantage pour le commerce.

Supposons qu'on ait nivelé les lieux où le canal doit être établi, déterminé son cours, mesuré les eaux qui doivent l'alimenter, fixé les lieux où seront les écluses, et réuni les fonds nécessaires à ces dépenses. Ces préliminaires indispensables sont l'œuvre du génie et de l'art, et sont étrangers à notre objet. Voyons comment on procède à l'exécution du projet.

La pente d'un canal, depuis son origine jusqu'à son extrémité, n'est guère que de 4 centimètres pour 100 mètres; et on doit veiller à ce que partout *les déblais soient égaux aux remblais*, c'est-à-dire que les terres enlevées du sol aient même volume que celles qu'on doit rapporter plus loin, pour conserver la pente réglée, élever les talus, et le chemin de *halage* (c'est le nom qu'on donne à la voie qu'on ménage sur les bords pour les hommes et les chevaux). La pente des talus est ordinairement de 45 degrés, et la hauteur du chemin d'environ 1 mètre au-dessus du niveau des eaux. La largeur du canal dépend de son importance et du service qu'il est destiné à rendre. Des écluses ménagées de lieux en lieux, là où le terrain l'exige, rendent les eaux dormantes dans toute l'étendue, permettent de la parcourir dans les deux sens avec une égale facilité,

ménagent les eaux en arrêtant leur écoulement : en sorte que, sous ce rapport, l'eau n'est perdue que par l'évaporation et les passages par les écluses.

La section transversale d'un canal est un trapèze régulier, dont le fond occupe le petit côté, le haut le grand côté parallèle ; les deux autres côtés sont inclinés d'environ 45° sur ceux-ci, et le niveau de l'eau est à 1 mètre au-dessous du grand côté.

On creuse le canal en commençant par le point où il se termine, et remontant jusqu'à son *point de partage* ou sa *prise d'eau*. On mène ensemble les travaux en plusieurs points de la direction par ateliers de dix à douze ouvriers. Un cadre en bois, de la forme d'un trapèze, sert à régler la pente des talus; la largeur du fond est partout la même, et le creusement détermine celle des bords supérieurs selon les localités.

On bat les terrains argileux pour les affermir : ce soin est inutile quand l'argile est mêlée de pierres ; mais si le sable est trop abondant, il faut donner moins de pente aux bords, ou les soutenir par des murs en maçonnerie. On recouvre de gravier ou de dalles les lieux bourbeux ; on garnit d'argile les fissures des rochers ; enfin on s'oppose à toutes les fuites. Quand le canal est formé de terres rapportées au-dessus d'un terrain trop bas, on le consolide par des couches de gazon sur le fond et les bords, avec une épaisseur d'au moins 1 mètre.

On établit des ponts et aqueducs, pour éviter la rencontre des ruisseaux, des ravins, etc.

Cloche de plongeur.

323. C'est un vase en pyramide tronquée à quatre ou six pans, en fonte de fer, muni de vitraux : il est hermétiquement fermé de toutes parts, excepté à la base qui est ouverte. On descend la cloche dans l'eau avec des cordages tirés à l'aide d'un treuil ; elle y tombe par son poids qui surpasse un peu celui d'un égal volume d'eau (*Voy*. p. 16) ; ce liquide n'y peut entrer ; l'air qui y est emprisonné est seulement refoulé et condensé vers le haut.

Des ouvriers se placent sous cette cloche, et travaillent au fond des eaux à briser les rochers du fond, à rechercher les corps qui y sont perdus, à explorer le sol, etc. Comme la respiration vicie l'air de la cloche, pour y prolonger le séjour des ouvriers, on ajuste deux tuyaux en cuir qui correspondent avec l'atmosphère, l'un pour évacuer l'air, l'autre pour en refouler de plus pur, à l'aide d'une pompe. Ces tuyaux sont soutenus en dedans par des fils de fer courbés en boudins, pour empêcher la pression de l'eau de les aplatir et de les boucher. On a beaucoup perfectionné cet appareil qui rend aujourd'hui de grands services pour les constructions hydrauliques. L'entrée du grand port de Cherbourg a été approfondie par ce secours.

Routes, Chemins de fer.

324. Le milieu d'une route est pavé, ou *ferré,* c'est-à-dire caillouté, ou fait en *pierres bloquées;* on le nomme *chaussée;* des deux côtés, les terres viables sont appelées *accotements*; des fossés latéraux reçoivent les eaux pluviales. Pour faire la chaussée, on creuse son lit, on bat et affermit la terre, on met une couche de sable appelée *forme,* et on y enfonce les pavés, ou les pierres bloquées, ou les cailloux. Des *bordures* en plus forts échantillons retiennent et consolident l'ouvrage. On enfonce les pierres ou pavés à la *hie* ou *demoiselle*; c'est une masse très-lourde qu'on enlève par ses deux bras, et qu'on laisse retomber de tout son poids.

Les *blocages* se font en pierre dure mise de champ, et entrée dans la forme sous les coups de la hie.

Pour faire une chaussée en cailloutage, on pose, au marteau, les pierres à plat sur la forme; on comble les anfractuosités par un lit de moellons concassés, et par-dessus encore on établit un lit de pierrailles et de sable.

Les pavages des routes et des rues de Paris sont faits en grès cubiques qu'on tire des carrières de Fontainebleau, et autres lieux, que la nature a enrichis de cet utile minéral. On unit ces pavés sur la forme, en bouchant les joints avec

du sable. Les cours sont souvent pavées avec un mortier de chaux et sable qui en joint exactement tous les grès.

Une industrie récente fait des pavés en morceaux de bois de chêne debout, artistement assemblés entre eux. L'expérience montre que ce système est plus durable que le grès, et plus doux à fréquenter pour les voitures.

Quant aux cailloutis des chemins, on les trouve d'un si bon service, qu'on préfère casser les pierres dures au marteau, en petits fragments, système qui porte le nom de *Mac-adam*, qui est celui de l'ingénieur anglais qui l'a perfectionné. Ces voies, quand elles sont bien entretenues, sont moins coûteuses et plus douces. On doit enlever sans cesse la boue, et combler les ornières des rouages.

325. Les *chemins de fer* sont formés de *rails*, ou barreaux de fer fondu ou forgé, qu'on place bout à bout sur deux lignes parallèles distantes l'une de l'autre de la *voie* des voitures, c'est-à-dire de l'intervalle des bandes de leurs roues (fig. 56). Ces barres, de 2 à 3 mètres de longueur, sont soutenues à leur jonction par un fort dé en pierres A, solidement retenu dans le sol; ce dé porte incrusté en dessus un *siége* B, pièce de fonte en forme de mortaise, qui reçoit les deux bouts des barres, de manière que celles-ci soient non interrompues et sans jarret. Les barres sont planes ou arrondies en dessus, pour être reçues dans une gorge ménagée sur tout le contour de la roue. Ces barres forment une ornière étroite et saillante.

Le plus ordinairement les rails sont liés par des mâchoires en fer et des coins de bois, à des madriers en chêne noyés dans le sable et placés en travers de la voie sous les deux lignes, sans s'élever assez pour rencontrer les bandes des roues.

On préfère maintenant faire les bandes plates (fig. 54,55 et 56); mais alors les rails ou les roues ont un rebord C saillant du côté intérieur qui les empêche de sortir de l'ornière.

On voit que les chemins de fer ne peuvent convenir qu'à une seule file de voitures; que si la route doit être parcourue à la fois dans les deux sens, il faut une voie pour l'allée, et une autre pour le retour; que les barres des ornières doivent être assemblées avec précision et solidité;

que leur direction soit droite, car les courbures sont très-gênantes; que la pente en soit nulle, ou faible et très-régulière; que les fers soient très-polis, et qu'aucun gravier ne les atteigne, etc.

Sur un chemin de fer horizontal, un seul cheval peut tirer 34 à 36 milliers, non compris le poids des chariots: on estime que 100 mètres de chemin peuvent coûter 800 fr. d'établissement.

Les rails forment autant que possible un chemin rectiligne, et les roues des voitures y glissent sans presque aucun effort; elles y sont maintenues par les rebords dont leur circonférence est munie. Le système des rails doit être presque horizontal. Ces deux conditions exigent qu'on perce des montagnes, qu'on remblaie des vallées, qu'on construise des ponts, qu'on ménage aux voies publiques qui croisent, des moyens de communication par des chemins souterrains, ou des chemins à niveau fermés par des barrières, etc. Ces travaux dispendieux sont parfois évités en courbant les voies de fer dans les localités difficiles; mais, en général, les courbures doivent être des arcs de très-grands rayons (1000 mètres au moins), pour que la force centrifuge due à une très-grande vitesse ne fasse pas sortir les roues de la voie, ce qui produirait de dangereux accidents, les rebords des roues ou des rails offrant alors une résistance insuffisante pour les maintenir sur les rails.

On a imaginé de faire mener les voitures par une autre qui porte une machine à vapeur, et même de faire tirer plusieurs chariots, ou *waggons*, par cette voiture. Une machine à vapeur, de la force de quatre chevaux, mène, avec la vitesse de 10 à 20 lieues à l'heure, un convoi de 10 à 40 chariots, chargés chacun de 1 à 2 milliers. Cette machine est placée en tête de la file du convoi, tirant les voitures de derrière.

On donne le nom de *locomotive* à la voiture qui traîne le convoi; elle porte le foyer, la chaudière, et la machine à vapeur qui imprime le mouvement. La pression de cette machine est de quatre atmosphères, et elle lance sa vapeur, à chaque coup de piston, dans une courte cheminée qui est en tête, pour lui donner le tirage suffisant. Pour ali-

menter la machine, une autre voiture, située derrière et appelée *tender*, contient un réservoir d'eau et le charbon qu'un ouvrier débite au gré de la consommation. Le piston de la machine à vapeur est horizontal et placé à l'avant; il imprime, par ses va-et-vient, la rotation à deux roues, à l'aide de manivelles; et le poids fait assez adhérer ces roues aux rails, pour que la rotation emporte la locomotive et tous les waggons. Ces waggons sont enchaînés à la suite les uns des autres, et des tampons élastiques, placés à l'avant et à l'arrière, sont destinés à empêcher les secousses des chocs, lorsque le recul permet aux chaînes de se détendre.

Il y a des locomotives à quatre roues; mais plus souvent elles en ont six, dont les deux du milieu sont beaucoup plus grandes, et communiquent l'impulsion à tout le système. Voyez l'art. 575, pour la description des machines à vapeur à haute pression et l'*addition* à la fin du volume.

La vitesse des voitures à vapeur pour transporter les voyageurs est très-considérable; elle est de dix à vingt lieues par heure; en Angleterre, ce procédé est principalement employé au transport des voyageurs, de la houille et des marchandises pesantes, mais celles-ci avec une vitesse modérée.

Lorsqu'on rencontre une côte, on la gravit avec une machine fixée au sommet qui tire les voitures; ou bien, on fait servir le poids des chariots vides et descendants à remonter une partie de ceux qui traînent leur charge.

Digue, Batardeau.

326. Pour empêcher le passage des eaux d'un ruisseau, d'un étang, on plante des pieux sur deux lignes parallèles entre lesquelles on dispose des planches appelées *palplanches*, qui forment comme deux murs parallèles. Entre ces murs, on corroie de la terre glaise pour lier les solives et les palplanches. Cette construction, appelée *batardeau*, doit être plus épaisse en bas qu'en haut, parce que la charge d'eau y est plus considérable. Souvent on dispose, dans une partie de cette digue, une *vanne*, espèce de porte bien jointe entre deux coulisses, et qu'on peut lever ou baisser à volonté, soit pour livrer passage à l'eau, soit

pour s'y opposer. Cette vanne, lorsqu'elle est grande, se meut comme celle d'une écluse avec un cric : mais si elle est petite, on se contente d'y adapter une barre verticale percée de trous, où l'on peut entrer une cheville de bois qui arrête la vanne à telle hauteur qu'on veut, en l'empêchant de descendre par son poids.

Pont, Quai, Pont suspendu.

327. Un pont est formé de piles, de culées, et du plancher sur lequel on passe. Les *culées* sont la maçonnerie qui joint le pont aux deux rivages, et à laquelle on doit donner une épaisseur et une solidité qui la rendent capable de résister à la poussée du pont; car les culées portent une grande partie de l'effort total. Des pilotis, enfoncés en terre, arasés de niveau, des enrochements pour éviter la fouillée des eaux, du béton coulé dans les intervalles, des contre-forts en maçonnerie; telles sont les fondations de toutes les culées. C'est ainsi que sont faites celles des murs de quais, toujours en donnant une grande épaisseur à la partie du bas qui porte la charge de l'eau. Les culées se lient d'ailleurs avec les quais, et sont conformées de manière à favoriser l'écoulement des eaux.

Les piles se construisent de la même manière, c'est-à-dire avec pilotis, béton, enrochement du côté d'amont, et maçonnerie par-dessus. On a deux méthodes de faire ces constructions, par *épuisement* et par *caissons*. Par la première, on établit autour de la place que doit occuper la pile, une enceinte en batardeaux qu'on élève au-dessus du niveau actuel des eaux. Lorsqu'on a ainsi entouré l'espace qui doit renfermer la pile, d'un mur de terre imperméable à l'eau, cet espace est lui-même plein d'eau : on la vide à l'aide de chapelets, de vis d'Archimède, de pompes, que des ouvriers font fonctionner jour et nuit.

Quand l'enceinte est vidée d'eau, il faut encore continuer l'épuisement, à cause des sources qui partent du fond, et des fuites que la pression de l'eau produit. Mais il est alors facile d'araser les pilotis, de les lier par du béton, d'éta-

blir une forme horizontale en *grillage* faite de madriers en chêne, et, par-dessus, d'élever la maçonnerie jusqu'au-dessus de l'*étiage;* on nomme ainsi le niveau moyen des eaux pendant l'été. Comme tous les matériaux sont taillés d'avance sur le rivage, il faut peu de temps pour faire cette pile. On détruit alors le batardeau pour en faire un autre à la pile voisine, et ainsi de suite.

Les constructions par *caissons* sont plus faciles et moins coûteuses. Après avoir enfoncé des pilotis jusqu'*à refus* sur la place de la pile, et sur une étendue plus grande que sa base, on arrase ces pilotis horizontalement, on coule au fond du béton, mortier qui prend sous l'eau, et on relie ainsi toutes les têtes par un ciment dont la surface est dans un plan horizontal.

Sur le rivage, on construit un radeau formé de madriers en chêne joints ensemble par des traverses, et un peu plus grand que la base de la pile. On entoure ce radeau de revêtements en fortes planches, de manière à former une grande caisse, dont toutes les parties sont solidement réunies, calfatées, et accrochées ensemble. C'est une sorte de bateau d'une forme particulière, dont les bordages sont très-élevés; car ils doivent avoir plus de hauteur que la profondeur des eaux au lieu où doit être la pile. On met ce caisson à flot.

Alors on élève, dans son intérieur, sur le bord de la rivière, la maconnerie de la pile, en pierre de taille et ciment. A mesure que cette construction avance, le caisson, devenu plus pesant, enfonce davantage dans l'eau : quand on voit que la hauteur de la pile est presque aussi grande que la profondeur des eaux, on fait flotter le caisson au-dessus du lieu de la pile, et on le fait enfoncer sur les pilots. Cette opération est facile, puisqu'il suffit de déboucher quelques trous percés dans le bordage; l'eau entre dans le caisson, le remplit en partie, et l'immerge. Cela se faisant lentement, on gouverne sans peine la descente. Si l'on n'a pas réussi la première fois, on bouche les trous du bordage, on pompe l'eau pour remettre le caisson à flot, et on recommence.

On parvient ainsi facilement à mettre en place la pile

toute faite ; on continue à l'élever jusqu'au-dessus de l'étiage ; enfin, on enlève le bordage, et la pile est fondée. On passe ensuite à une autre, pour laquelle on fait servir le même bordage, mais avec un autre radeau au fond.

Quand les piles et les culées sont ainsi élevées au-dessus de l'étiage, on achève de les monter à leur hauteur, qui doit être exactement au même niveau pour toutes. On fait alors les arches. Des cintres en bois sont fixés aux piles ; on apporte et dispose sur ces cintres les pierres taillées d'avance, chacune sous la forme qu'elle doit avoir ; et quand toutes les voûtes sont achevées, on les décintre ensemble. Le reste du travail, relatif aux parapets, au pavage, etc., ne présente plus de difficulté.

Pour exécuter tous ces travaux, on a construit sur pilotis un *pont de service*, afin d'aider les manœuvres ; on détruit ensuite ce pont. En amont des piles, on a donné à la maçonnerie la forme propre à briser les glaces ; on y a fait des enrochements pour s'opposer à l'affouillement des eaux courantes, sans nuire d'ailleurs à la navigation : quand le fond du lit est mou, ou trop à fleur d'eau, on le creuse avec des *dragues* ; quand il est en rocher, on fonde dessus sans pilotis, etc.

Quelquefois les arches du pont sont faites en cintres de fer ; ce sont des arcs boulonnés, et dont les *fermes* portent sur les piles et culées. On fait aussi les arches en charpente, et même les piles entières sont quelquefois en bois. Ces détails n'exigent aucune explication pour être compris.

328. Les *ponts suspendus* sont faits en chaînes de fer. On élève des pilastres massifs sur les deux rives, et les chaînes partent de leurs sommets en formant un système de deux à dix courbes parallèles dans l'espace, selon l'étendue en largeur. De ces chaînes partent des *étriers* ou tiges verticales en fer, qui y sont suspendues selon toute la longueur des courbes ; et c'est au bas de ces tiges, terminées toutes au même niveau, qui est celui du pont, qu'on établit le plancher, formé de madriers transversaux attachés par leurs bouts à ces tiges pendantes : en sorte que le poids total du pont est porté par les chaînes au-dessus du lit de la rivière.

Mais comme ce poids est considérable, et qu'il faut y ajouter celui des chaînes de suspension, dont la force est proportionnée à ce poids, on conçoit que cette masse, tirant l'un vers l'autre les deux pilastres par leurs sommets, les renverserait infailliblement ; on s'oppose à cet effet par des *chaînes de retenue*. Au lieu de fixer les chaînes en haut des pilastres, on les prolonge, sur des rouleaux, du côté des rivages, et on les perd dans une maçonnerie solide, qui en arrête les deux bouts. La charge tend alors plutôt à écraser les pilastres qu'à les renverser.

Quelquefois la portée d'un pont est très-considérable ; il faut alors fonder une pile au milieu du lit de la rivière, y élever un troisième pilastre, de manière à avoir un autre point d'appui. On forme ainsi deux ponts bout à bout.

Les chaînes sont quelquefois des cordes en gros fil de fer, mais plus souvent on les fait en tiges carrées boulonnées bout à bout, avec articulations.

Mines, Carrières.

329. Les mines sont des excavations souterraines qu'on pratique pour en extraire les richesses qui y sont enfouies, savoir : les métaux, les sels, la houille.... Quand ces substances sont agglomérées en rochers, on les débite soit avec des pics, soit en les faisant éclater à l'aide du feu et de l'eau, soit en creusant des trous et y bourrant de la poudre à canon dont l'explosion divise les masses. Ce dernier procédé mérite seul quelques développements ; on peut aisément suppléer à ce que nous ne dirons pas des deux autres.

L'instrument dont on se sert pour perforer une roche est appelé *fleuret* : c'est une tige ronde en fer, dont le bout est à un ou deux biseaux d'acier. Un ouvrier le tient en main, et un autre frappe le bout avec un marteau : le premier tourne peu à peu le fleuret dans le trou, pour que le tranchant attaque divers points du roc. On enlève de temps à autre le déblai avec une *curette* : c'est une tige de fer terminée par une cuiller ou un disque. Le trou qu'on creuse ainsi a 3 à 5 centimètres de large, et 40 à 65 de profondeur, selon la nature des substances.

On enfonce dans ce trou une *cartouche* de papier bourrée de poudre à canon : on fiche d'abord une broche en cuivre appelée *épinglette* dans la cartouche; et lorsque cette cartouche est entrée au fond du trou, on bourre le vide avec de l'argile sèche ou du sable, à l'aide d'une barre de fer. On retire ensuite l'épinglette; on jette de la poudre dans la lumière ainsi ménagée, et on y ajoute une mèche à laquelle on met le feu. Il faut que cette mèche soit assez paresseuse pour donner à l'ouvrier le temps de fuir afin d'éviter l'explosion. Ensuite, on se sert de coins, de leviers, etc., pour détacher les parties ébranlées.

Quand la roche est humide, la cartouche est revêtue de toile cirée, ou d'un tube de fer-blanc; et au lieu de bourrer, on se sert d'un cylindre en fer formé de deux coins opposés et que la pression force de plus en plus.

Les recherches des mines se font dans les lieux où leur existence est présumée; on opère soit par des *tranchées*, soit par des sondages, de la même espèce que ceux dont on a parlé nº 141, soit enfin par des puits. L'exploitation peut se faire sous terre, ou *à ciel ouvert*, selon les circonstances naturelles. Souvent on creuse des galeries qui suivent les filons à exploiter. Lorsque la couche minérale est inclinée, on creuse une galerie dans la longueur en suivant la pente, et on embranche sur elle d'autres galeries horizontales à différentes profondeurs.

Quand les puits sont destinés à rechercher les filons, on ne leur donne guère qu'un mètre de large; ceux d'exploitation ont au moins 2 mètres, et quelquefois 4 : ces puits sont ronds ou quadrangulaires; on leur donne une forme oblongue quand on veut les diviser en trois compartiments, pour l'extraction, l'épuisement et le passage des ouvriers.

Dans les *houillères* (*Voy.* p. 237), on pratique les travaux en *gradins*, c'est-à-dire qu'on forme des entailles semblables aux marches d'un escalier. Quand on attaque le minerai en dessus, les gradins sont *droits* ou *descendants*; ils sont *renversés* ou *montants* quand on l'attaque par-dessous.

Lorsqu'une couche est épaisse et peu mélangée, que le

toit est difficile à soutenir, et qu'on veut exploiter une grande étendue sans être obligé de beaucoup étayer, on travaille par *chambres*, de 10 à 20 mètres de large, en s'avançant dans la houille, sans galeries préparatoires. Quelquefois on laisse des massifs comme moyen de soutenement : c'est ce qu'on appelle exploiter par *piliers*, ou en *échiquier*.

Lorsque le sol est trop peu consistant, on soutient les galeries par des travaux en charpente ou en maçonnerie. On commence l'exploitation par les massifs inférieurs de la mine, puis on remonte aux supérieurs. Il est rare que la constitution du sol soit assez ferme pour qu'il se soutienne de lui-même, et ne produise pas d'éboulements. On procède alors au *boisage* et au *muraillement*. Pour soutenir le ciel, quand les murs sont solides, on dispose des solives appuyées sur les deux parois, et on garnit leur intervalle par des madriers qui empêchent les matériaux de se détacher du ciel.

Quand le mur menace de s'ébouler, on l'étançonne en s'appuyant sur le mur opposé : il faudrait deux étançons si le mur et le toit manquaient de solidité. Enfin, si le plancher, les murs et le toit sont mous, on boise à *cadres complets*, en faisant porter les solives sur une pièce de bois appelée *sole*.

Le boisage se place à mesure que l'exploitation avance, à moins que le terrain ne soit meuble, car alors le boisage la doit précéder. Dans ce dernier cas, le mineur établit un cadre complet ; puis il enfonce derrière ce cadre des planches épaisses et pointues, appelées *palplanches*, pour soutenir les sables. Il place ensuite un second cadre et ses palplanches, et ainsi de proche en proche, tant que le terrain n'a pas de consistance.

On boise aussi les puits, ou même on les fait en maçonnerie. Les puits sont boisés par cadres complets, et le plus souvent placés à distances : quelquefois les cadres sont contigus et garnis d'étoupes, pour s'opposer à la poussée des eaux et des terres.

Il y a des mines, telles que celles d'Anzin, près de Valenciennes, dont le terrain est si léger, qu'à la profondeur

de 30 à 40 mètres seulement, le travail de trois à quatre cents chevaux ne suffirait pas pour les mettre à sec, tant les eaux y filtrent avec abondance. Alors on creuse une ou deux fosses de secours, et on épuise leurs eaux avec des machines à vapeur très-puissantes. Trois de ces machines font mouvoir, à Anzin, six corps de pompe de 5 décimètres de diamètre chaque, et qui, continuellement en action, élèvent en vingt-quatre heures jusqu'à 137 mille mètres cubes d'eau, de 4 à 5 cents mètres de profondeur.

Comme, dans ces circonstances, il y a risque d'inondation, lorsque quelque pompe vient à mal fonctionner, on a recours au *cüvelage*, qui consiste à soutenir les galeries par des cadres complets contigus, garnis d'étoupes.

Le minerai détaché est placé sur des chariots qu'on traîne sur des chemins en fer ou en bois ; on l'apporte ainsi au bas du puits, et on le charge dans la tonne qui le monte, à l'aide de machines.

Il est indispensable de renouveler l'air des mines ; c'est ce qu'on fait en pratiquant plusieurs puits, établissant un système de ventilation, faisant du feu au fond de la mine, enfin à l'aide d'autres moyens indiqués par la physique.

Les ouvriers descendent dans une mine à l'aide d'échelles, appliquées aux murs des puits, ou même par le secours de la tonne destinée à faire sortir le minerai. Les échelles sont scellées dans la roche ou le boisage, avec des happes en fer. Lorsqu'elles sont presque verticales, on établit à chaque 10 mètres d'élévation, un plancher de repos qui ne permet le passage que d'un seul homme.

L'éclairage a lieu par des chandelles ou des lampes ; ces lampes sont fermées hermétiquement pour que l'huile ne puisse pas se répandre ; on les suspend à l'aide d'un crochet. Dans les mines de houille, il se produit un tel dégagement de gaz inflammable, que ce gaz, mêlé à l'air, produit, lorsqu'il prend feu, de violentes détonations, qui compromettent la vie des hommes (n° 401) : c'est ce qu'on appelle le *feu grisou*. On évite ce malheur à l'aide de la lampe de Davy, qui enveloppe la flamme d'une toile métallique très-serrée : le gaz ne peut prendre feu à travers

cette enveloppe, qui n'empêche qu'en partie la lumière de percer.

Les mines d'or et d'argent d'Amérique rapportent environ 212 millions de francs par an ; celles de Hongrie, 9 millions, outre une immense quantité de cuivre et de plomb : les mines de Sibérie donnent 6 millions ; celles du Hartz en Allemagne, 50 millions ; c'est le plomb qui en est le principal produit : en Angleterre, on extrait en grand la houille, le cuivre, l'étain, le zinc, le plomb et le fer ; la France, l'Espagne, le Portugal, les monts Alleganys aux États-Unis d'Amérique, ont des mines puissantes et très-riches, etc.

IX. MÉTAUX.

Or.

330. Ce métal précieux se reconnaît à sa couleur d'un jaune éclatant ; à son poids (il est deux fois plus lourd que le cuivre sous le même volume) ; à son inaltérabilité par l'air et les acides (un seul excepté) ; à sa ténacité qui est telle, qu'un fil d'un millimètre d'épaisseur porte un poids d'environ 34 kilogrammes sans se rompre ; à sa ductilité, qui permet de le réduire en lames d'une extrême minceur (le poids d'un décigramme d'or peut couvrir 7 un tiers décim. carrés de surface), etc. Le centimètre cube d'or pèse 19 grammes et un tiers. Le kilogr. d'or pur vaut 3444 francs 44 c. ; l'once vaut 105 fr. 38 c. ; l'once d'argent vaut 6 fr. 80 c., c'est-à-dire que la valeur de l'or est quinze fois et demie celle de l'argent.

L'or se trouve à l'état métallique dans les sables des rivières ou des montagnes ; il s'y présente en lames, ou paillettes, ou grains irréguliers, ou filaments : on trouve aussi ce métal en masses appelées *pépites*, qui ont, quoique très-rarement, un poids qui va jusqu'à un demi-kilogram. et plus encore. L'or se trouve dans les rivières, les sables d'alluvion, en France, en Espagne, en Sibérie, en Afrique, et surtout au Mexique et au Brésil ; les provinces de Minas-Geraès, St.-Paul, Rio-Janeiro, Choco..., sont très-riches

en ce genre. Les sables aurifères des rivières contiennent aussi du platine, des diamants et autres pierres précieuses : on recueille l'or par des lavages. Les hommes qui exercent cette profession s'appellent *orpailleurs*.

Beaucoup de rivières possèdent ce genre de richesses; mais c'est surtout du Pérou, du Mexique, du Chili et du Brésil que le commerce tire la plus grande partie de ce métal. Le Brésil en fournit chaque année pour près de 24 millions de francs : le Mexique et les autres parties de l'Amérique pour 36 millions. En Afrique, les nègres font de la recherche de l'or des sables une occupation spéciale, et en donnent pour 5 millions par an. La richesse des mines d'Asie est inconnue; on en tire des Indes, de Sibérie, etc. L'Europe n'a de mines d'or qui soient dignes d'exploitation qu'en Hongrie. Les anciens tiraient l'or de l'Inde, la Thrace, la Macédoine, le Caucase, l'Arabie... On évalue à 74 millions par an, la quantité d'or qui entre dans la consommation, et à 189 millions celle de l'argent; en tout 263 millions de métaux précieux, qui sont employés aux usages du luxe, ou à battre monnaie.

L'or se présente quelquefois à l'état de *minerai*, c'est-à-dire mêlé à d'autres substances; pour l'extraire, on grille la matière, on la broie, et on la mêle avec du mercure ou vif-argent, métal qui jouit de la propriété de dissoudre l'or en devenant épais et pâteux : la combinaison reste assez coulante pour qu'on la sépare des parties terreuses. On expose ensuite cet alliage au feu; le mercure s'évapore et laisse l'or à nu.

On n'emploie l'or qu'en l'alliant avec l'argent ou le cuivre qui lui donnent de la dureté. Dans nos monnaies, il y a un dixième d'alliage et 9 dixièmes d'or. La teinte des alliages d'or varie du jaune verdâtre au jaune rougeâtre.

331. L'*eau régale* est le seul acide qui puisse dissoudre l'or; cette eau est la combinaison de deux acides (nitrique et hydrochlorique, *Voyez* 405).

Pour *essayer* l'or, connaître son *titre*, c'est-à-dire la quantité d'alliage qu'il renferme, on en frotte une *pierre de touche* (c'est un jaspe, un silex noir, que les acides n'attaquent pas (*Voyez* page 2019, et on passe de l'acide ni-

trique sur la trace ; l'acide dissout le cuivre et l'argent ; l'or reste seul ; et on juge, par la vue et l'habitude, du rapport de l'or à l'alliage. L'or pur ne doit pas changer de couleur par l'action de l'acide ; tandis que le cuivre devient très vert sur-le-champ. La teinte que prend la trace, la facilité avec laquelle on enlève le métal en l'essuyant, font reconnaître le titre. L'art a des procédés plus précis, mais plus difficiles, d'estimer ce rapport. Nous traiterons plus loin ce sujet, ainsi que des arts de filer et réduire l'or en feuilles.

Platine.

332. Ce métal est blanc et brillant comme l'argent, mais deux fois plus pesant, sous même volume : il pèse vingt et une fois plus que l'eau (le centim. cube pèse près de 21 grammes) ; il est un peu plus lourd que l'or. Le platine résiste au feu de forge ; il est difficile à travailler, très-dur (quoique moins que l'acier), se laisse réduire en fils et en feuilles, comme l'or, et n'est point attaquable par les acides, excepté par l'eau régale : le mercure le dissout ; enfin il a beaucoup de propriétés communes avec l'or, mais non pas au même degré : en effet, le fil de platine porte un poids qui n'est guère que la moitié de celui qu'un fil d'or de même grosseur peut porter sans se rompre ; on ne le lamine pas aussi mince que l'or ; enfin le platine est le plus lourd des métaux.

Le platine se trouve dans les sables et aux mêmes lieux que l'or, dans l'Amérique équinoxiale et au Brésil ; il existe aussi dans les monts Ourals. On l'obtient en grains, par des lavages, comme l'or : mais il est allié à d'autres métaux. On ne connaît le platine que depuis environ un siècle : brut, il est moins cher que l'argent et coûte 13 à 16 francs l'hectogr. (4 à 5 fr. l'once) ; mais la difficulté de le travailler en élève beaucoup le prix ; pur, il vaut de 55 à 80 fr. l'hectogr. (de 16 à 24 fr. l'once). Son inaltérabilité le rend précieux dans les arts ; on en fait des creusets, capsules, pinces, miroirs de télescopes, bassinets de fu-

sils, etc. On commence à en faire des monnaies en Russie, où il est assez commun.

Argent.

333. Ce métal se reconnaît à sa blancheur brillante, à la facilité qu'on a de le limer, couper, écrouir, étendre en fil et en lames. On le rencontre à l'état naturel, en filets, grains, masses, en Allemagne, Norwége, etc., dans des filons, au milieu des cailloux. Mais on le trouve aussi dans différents minerais, où il est difficile de le reconnaître. Les mines d'argent naturel d'Amériqne sont les plus riches du monde : dans le Mexique seul, il s'en fait plus de trois mille exploitations qui produisent par an pour plus de 125 millions de francs ; celles du Pérou en donnent pour 31 millions, et on a calculé que depuis la découverte du Potose, on a tiré pour 6 milliards d'argent. Ce métal pèse près de dix fois et demi autant que l'eau (le centimètre cube pèse 10,47 grammes.)

Le minerai de plomb (*galène*) est souvent argentifère, en plus ou moins grande proportion.

On trouve encore l'argent combiné avec le soufre, l'arsenic, le chlore, l'acide hydrochlorique, etc. : la chimie donne les moyens de le purifier. Les monnaies d'argent contiennent un dixième de cuivre : en métal pur, le kilogramme vaut 222 fr. 22 c. (54 fr. 39 c. le marc.) On fait, avec l'argent, des cuillers, fourchettes, plats, vases de mille formes.... il se dissout dans le mercure, dans l'acide nitrique (c'est ainsi qu'on fait la *pierre infernale* qui sert en chirurgie), dans l'acide hydrochlorique, etc.

Les mines d'Europe ne contiennent l'argent qu'à l'état de combinaison ; c'est surtout avec le soufre et le plomb qu'il est combiné. La mine de Konsberg est la plus riche en ce genre. Pour séparer l'argent, on grille le minerai ; et quand cela est nécessaire, on le broie et on y applique deux procédés principaux :

1° Si la mine contient un tiers d'argent environ (et on peut toujours l'amener à cet état, en y ajoutant l'argent

qui manque), on l'expose au feu pour brûler le soufre et oxyder le plomb, ce qui exige une grande chaleur. Le plomb s'écoule sous forme de litharge, et l'argent reste dans le vase appelé *coupelle* (n° 356).

2° On combine l'argent avec le mercure, en présentant à ce dernier métal le minerai très-divisé. On retire cet amalgame par un lavage qui enlève les parties terreuses, et on fait évaporer le mercure.

Plomb.

334. On ne trouve pas le plomb à l'état métallique; il est toujours combiné avec diverses substances, et principalement avec le soufre; c'est ce qu'on appelle *galène*, corps brillant, bleu grisâtre; souvent couvert de cristaux ayant l'éclat métallique, et de forme cubique. Cette mine, d'où l'on tire tout le plomb du commerce, se rencontre en beaucoup d'endroits; on l'exploite en Bretagne et dans la Lozère; les mines d'Allemagne et d'Angleterre sont très-riches. La galène forme des filons et des masses considérables.

Pour extraire le plomb de la galène, il suffit de griller le minerai convenablement divisé, et de le fondre, mêlé à la poudre de charbon, dans un fourneau à réverbère : le soufre brûle et le plomb coulant reste. Les potiers recouvrent leurs ouvrages de galène en poudre, qu'ils appellent *alquifoux*, et mettent au feu : le soufre brûle, et le plomb se convertit en litharge, qui recouvre la surface d'une couche vitreuse et vernissée. (Voyez *Poteries*, n° 482.)

Le plomb est onze fois aussi pesant que l'eau (le centimètre cube pèse 11 grammes; il est donc plus lourd que l'argent, le cuivre, le fer, l'étain..., mais il est plus léger que l'or, le platine, le mercure...; il est mou, se lamine aisément, se plie en tous sens, ne se tire qu'en fils grossiers et sans ténacité, n'est point sonore, et se fond à une assez faible chaleur. Il est d'un gris blanchâtre ou bleuâtre qui ressemble à l'étain et au zinc; mais on distingue ces métaux parce que l'ongle raye le plomb, l'étain se laisse percer par une épingle que le zinc fait rebrousser.

335. Le plomb est un des métaux les plus utiles, pour couvrir les édifices, construire des réservoirs et des tuyaux, faire des balles et grains de fusil, de la litharge, de la céruse, du minium, etc. (*Voyez* n° 425.) Il s'allie à l'étain, et forme la soudure des plombiers et les étamages; à l'antimoine, et sert à faire les caractères d'imprimerie. On le lamine, soit en le coulant en fusion sur une table, et le raclant pour le réduire à une épaisseur égale, soit en le passant au laminoir.

Les tuyaux de conduite se font en courbant une lame de plomb en cylindre et soudant les bords. Mais ce procédé est moins convenable que le suivant, parce qu'il est plus coûteux, et que la soudure se détruit bientôt dans les lieux souterrains. On tire le plomb *au banc*, en y laissant un axe ou mandrin de fer au centre, qui est ensuite retiré. (Voy. *Tréfilerie*, n° 530.)

Étain, Fer-Blanc.

336. L'étain pur n'existe pas *natif:* on ne le trouve, dans la nature, qu'oxydé et combiné avec le soufre, dans les mines d'où on l'extrait. Il existe de ce minerai près de Nantes, de Limoges... ; mais on ne l'exploite pas. Les mines de l'Inde et de l'Angleterre sont celles qui fournissent le commerce ; les premières donnent le plus bel étain. Le mode d'exploitation consiste à broyer le minerai, à le griller, et à le mêler avec du charbon en poudre; on fait ensuite fondre le mélange à un feu vif, et l'étain coule, parce que le charbon l'a désoxydé. Cette mine ne se trouve que dans les terrains les plus anciens; celle de Cornouailles est située à une grande profondeur sous terre; celle de Bohême est très-riche : à Malacca et à Banca, dans l'Inde, l'étain est très-blanc, et vendu sous le nom d'étain en chapeau.

Ce métal est blanc et brillant, tendre, mais plus dur que le plomb, peu ductile, très-malléable, peu sonore, plus léger que les autres métaux usuels; car le centimètre cube ne pèse que 7 grammes un tiers environ (7 fois un tiers

autant que l'eau) : quand on le plie, on l'entend *crier* ; il a une odeur particulière. On en fait des feuilles extrêmement minces dont on se sert pour envelopper le tabac, le chocolat, et pour faire le tain des *miroirs* (n° 488). On fond l'étain et on en compose des plats, des pots et autres vases domestiques. Comme il est plus cher que le plomb, on oblige les potiers de garantir leurs pièces par un poinçon, et de ne mêler à l'étain que 6 pour cent de cuivre et un huitième de bismuth. L'étain commun contient 15 pour cent de plomb, 6 de cuivre jaune et un peu d'antimoine.

Le métal de la reine, dont on fait des théières et des vases, est formé de neuf parties d'étain, une de bismuth, une d'antimoine et une de plomb.

337. Le *fer-blanc* est de la tôle de fer bien *décapée*, c'est-à-dire privée d'oxyde, qu'on fait tremper dans un bain d'étain fondu; l'étain recouvre et même pénètre le fer; quand le bain contient un dixième de cuivre, la couche d'étain est très-mince.

338. Le *moiré métallique* s'obtient en chauffant un peu le fer-blanc, le mouillant avec un mélange d'acides, puis trempant dans l'eau froide. La cristallisation et les nuances colorées qui se produisent sont ensuite protégées par un vernis transparent.

On *étame* aussi les vases de cuivre. Pour cela, on les décape, on les chauffe, on saupoudre de résine et de sel ammoniac ; enfin, on verse l'étain fondu et on l'étend avec soin sur toute la surface.

L'étain entre dans la composition du bronze, des canons, des cloches, etc.; dans les mordants pour la teinture des tissus ; uni au double de son poids de plomb, il forme un alliage très-fusible qui compose la soudure des plombiers ; on soude aussi avec l'étain certaines pièces de fer et de cuivre.

Cuivre, Bronze, Potin, Maillechort.

339. Il est assez rare qu'on rencontre le cuivre natif dans les mines ; on en a trouvé au Brésil un morceau du poids

de 1,300 kilog. Il en existe en Sibérie, près de Lyon, etc. Les mines, dont on extrait tout le cuivre de la consommation, sont des *pyrites*, ou composés de soufre et de cuivre, où il entre aussi du fer. Ces pyrites sont en masses considérables en Norwége, en Suède, au Japon, en Sibérie, dans le Cornouailles, près Mâcon... On rassemble ce minerai en tas sur un lit de bois, en ménageant au centre une ouverture où l'on jette du combustible en feu; on fait ainsi griller la substance. Cette opération, qui dure quelquefois un an, brûle le soufre et donne un oxyde de cuivre. On mêle au charbon en poudre, et on fond dans un fourneau, ce qui donne un composé appelé *matte*. On le concasse, et on le fond de nouveau en y mêlant du sable, ce qui fait couler un cuivre noir, et laisse le fer dans le fourneau. Il ne reste plus qu'à *affiner*, en fondant une troisième fois, et dirigeant des soufflets sur la masse pour achever de brûler le soufre.

Le cuivre pur est appelé *cuivre-rosette*; il est rouge, éclatant, d'un goût et d'une odeur particulière, sonore, se laminant à chaud, s'écrouissant à froid, assez tendre, facile à tirer en fil, pesant près de neuf fois autant que l'eau (le centimètre cube pèse 8,89 grammes): il est d'un usage général pour la confection des vases de cuisine, des planches pour gravures de dessins, des chaudières d'usines, des doublages de vaisseaux.

Comme toutes les liqueurs acides attaquent le cuivre et y font naître un oxyde vert appelé *vert-de-gris*, qui est un poison dangereux, on a soin d'étamer les vases de cuivre qui sont destinés à contenir des aliments. C'est en refroidissant que le métal se laisse attaquer, en sorte qu'il faut ne laisser séjourner que les mets chauds dans les vases de cuivre, même quand ils sont étamés. Lorsqu'on veut s'assurer si un peu de cuivre est dissous dans une liqueur, il suffit d'y plonger une lame de couteau, ou toute autre pièce de fer ou d'acier bien nette : au bout de quelques instants, le fer rougit, parce que le cuivre s'est déposé à la surface.

Lorsqu'on fond ensemble 30 parties de cuivre-rosette avec 50 de minerai de zinc, appelé *Calamine*, en mêlant

au charbon, on a ce qu'on nomme du *laiton* ou *cuivre jaune*, qui est plus dur et beaucoup moins attaquable par les acides que le cuivre rouge. On préfère cet alliage pour l'horlogerie, les instruments de physique, etc. Quand on fond le cuivre avec le zinc métallique, on obtient le *similor* ou *or de Manheim* ou *chrysocale*. Le laiton de Norwége est le plus estimé; il contient un peu de plomb qui le rend plus doux à travailler. La *soudure forte*, qui sert à *braser* le cuivre ou le fer mince, est composée de laiton, de zinc et d'étain.

Le *maillechort*, appelé aussi *packfond*, *argenton*, *métal d'Alger*, est un alliage de laiton et de nickel qui a l'apparence de l'argent. Les proportions de ces métaux varient, et plus il y entre de nickel, plus le métal est dur. Une partie de nickel, une de zinc et trois de cuivre, sont l'alliage le plus ordinaire. On fait avec le maillechort des couverts, des théières, des casseroles, et autres vases qui n'exigent pas d'étamage, et ont la couleur de l'argent, mais ont les dangers du cuivre.

341. Le *bronze* ou *airain* est un alliage formé de cuivre et d'étain dans des proportions qui varient selon l'usage qu'on en fait. Avec 100 de cuivre et 11 d'étain, on compose des canons, des vases, des statues, des mortiers... Ce métal est moins ductile que le cuivre rouge, mais il se fond plus facilement, se moule mieux, se prête mieux à la lime et au poli. Il devient mou et malléable quand on le trempe, c'est-à-dire quand on le fait rougir, et qu'on le refroidit subitement en le plongeant dans un liquide froid. C'est le contraire de ce qui arrive à l'acier.

Le métal de cloche contient trois fois plus d'étain que celui des canons.

Le *potin* est un bronze impur où il entre du plomb, du fer... Il se polit aisément, mais est cassant. On en fait des robinets, des boîtes de roues, des boutons d'habits, des chandeliers, etc.

Le minerai de cuivre et celui de fer ont souvent assez de ressemblance; mais ce dernier attire l'aimant. D'ailleurs, si l'on pile un petit morceau du premier, qu'on en fasse rougir la poussière au feu, sur une pelle, et qu'on la jette

chaude dans un peu d'eau forte, la liqueur devient verte, ce qui atteste la présence du cuivre.

Le cuivre allié à l'arsenic donne un composé blanc, cassant, appelé *Tombac*.

Lorsqu'on laisse le cuivre exposé à l'air humide, il se recouvre d'une couche brune, qui protége le métal contre l'action du même agent naturel. C'est un carbonate de cuivre de couleur foncée permanente.

Mercure ou *Vif-Argent*.

342. Le mercure est d'un blanc éclatant, liquide (une très-basse température le congèle), très-pesant (treize fois et demie plus que l'eau, le centimètre cube pèse 13,58 grammes), formant sur le marbre, le bois, etc., des globules d'une extrême mobilité. Il est rare de le trouver natif dans les mines; il s'y trouve souvent à l'état de *Cinabre*, combinaison avec le soufre, qui est rouge foncée ou brune; ce composé prend le nom de *Vermillon* quand il est pulvérulent et d'un rouge vif. On traite le cinabre au feu, en le mêlant à la chaux vive ou à la limaille de fer, qui absorbe le soufre, et le métal se distille, puis se condense et devient coulant. Le vase doit être approprié à ce genre d'opération. Les mines les plus riches en mercure sont celles du Pérou, d'Idria, d'Almaden en Espagne, et du duché des Deux-Ponts.

Le mercure sert à l'étamage des glaces : nous indiquerons plus tard comment on exécute cette opération (nº 488).

Les exhalaisons des mines de mercure sont si délétères, que les ouvriers y résistent à peine deux ou trois ans : aussi les mines du Frioul et d'Autriche sont-elles exploitées par des criminels condamnés à ces travaux : elles sont à 200 mètres de profondeur, et la courte durée de l'existence de ces malheureux est rendue affreuse par le continuel dépérissement de leur santé.

Les propriétés qu'a le mercure de se vaporiser à une chaleur qui n'est pas très-élevée (280 degrés de Réaumur)

et de se combiner avec l'or et l'argent, sont employées pour séparer ces métaux des matières qui les contiennent, parce que l'alliage est liquide, et qu'ensuite l'évaporation enlève le mercure (*Voy*. p. 292 et 294).

Le procédé dont on se sert pour dorer le cuivre et l'argent, consiste à frotter ces métaux avec un amalgame d'or; la substance adhère au métal: par l'action du feu, on chasse le mercure, et l'or reste fixé (*Voir* n° 359). L'argent ainsi doré est nommé *vermeil*.

On appelle *amalgame* toutes les combinaisons métalliques dont le mercure fait partie.

Le mercure sert à construire les thermomètres et les baromètres : on en fait beaucoup de compositions pharmaceutiques ; il s'en consomme une immense quantité pour l'exploitation des mines d'or et d'argent ; le *sublimé corrosif* est une combinaison de mercure et de chlore, poison très-dangereux ; le *précipité rouge* est un oxyde de mercure.

Fer, Acier, Aimant, Fonte.

343. Le fer est d'un gris clair, brillant, exigeant pour être fondu la plus haute température que nous pouvons produire, pesant près de huit fois autant que l'eau (le centimètre cube pèse 7,88 grammes); on l'écrouit à chaud et à froid, on l'étend au laminoir en plaques minces appelées *tôles*, on le tire à la filière en fils aussi déliés qu'on veut ; et sa ténacité est telle, qu'un fil de 2 millimètres d'épaisseur porte un poids de 249 kilogr. sans se rompre. Les procédés usités pour laminer et tirer les métaux seront exposés plus tard (nos 528 et 530). On soude le fer avec le fer en le faisant rougir à blanc et le frappant au marteau. Le fer et le platine sont les seuls métaux qui puissent se réunir sans substance intermédiaire. Le fer est attirable à l'aimant.

On a trouvé des masses de fer natif en Amérique, en Sibérie...; mais cela est rare : le fer qui est livré au commerce s'obtient des minerais qu'on rencontre en mille lieux dans

le sein de la terre : car le fer est le plus répandu des métaux, et on le trouve presque partout, dans les sables, les argiles, les eaux, les substances animales et végétales, etc. On l'extrait principalement des mines d'oxyde de fer, colorées en rouge, jaune, brun ou noir, formant des masses souterraines immenses.

On rencontre dans la nature des masses puissantes où le fer est combiné avec diverses substances, et qu'on exploite pour en extraire de la fonte et du fer. Telles sont les combinaisons du fer et du soufre, appelées *pyrites de fer*, du fer et de l'acide carbonique, appelées *fer spathique*, l'*hématite*, etc.

Si le minerai est terreux, on le pile et on le lave ; s'il contient du soufre et de l'arsenic, on le grille pour chasser ces métaux volatils qui rendraient le fer cassant et de mauvaise qualité, défaut qu'ils donnent d'ailleurs à tous les métaux qui les contiennent, même en très-faible proportion. C'est pour cette raison qu'on ne peut se servir de houille pour fondre le fer, attendu que ce charbon minéral est très-chargé de parties sulfureuses qui rendraient le *fer aigre*. On est obligé de convertir d'abord la houille en *coke* (n° 276), ou d'employer du charbon de bois.

La fonte du minerai se fait dans de *hauts fourneaux*, ainsi nommés parce qu'ils ont jusqu'à 10 et 14 mètres d'élévation ; ils produisent une énorme chaleur. On charge le fourneau de charbon de bois ou de coke ; on l'allume et on excite la combustion avec des soufflets, ou plutôt des machines soufflantes (n° 278), qui lancent une grande masse d'air. Lorsque le feu est très-vif, on y jette le minerai mêlé avec du charbon et de la pierre calcaire ou de l'argile, selon que ce minerai est argileux ou calcaire. On excite vivement le feu, et en 24 heures le fer entre en fusion. On enlève avec des *ringards* les terres vitrifiées, qu'on appelle *laitier*, et qui surnagent étant plus légères. La matière se coule ensuite dans des moules en sable de diverses formes, et produit les objets en *fonte*. On appelle *gueuse* celle qui est coulée en longue barre triangulaire.

Il y a des minerais si riches et si fusibles, qu'on peut, en 6 heures, obtenir immédiatement du fer, à l'aide d'un gril-

lage et d'une forte torréfaction, dans des fourneaux dits *à la Catalane*. Cette méthode économique et prompte est en usage dans les Pyrénées.

344. Il y a deux espèces de fontes, l'une grise et l'autre blanche, qui sont cassantes; mais la première peut être limée et trouée. Les marmites, chenets, plaques de cheminée, fers à repasser, chaudières, bombes, boulets, canons, machines à vapeur, tuyaux, ponts, charpentes, *rails* de chemins de fer, et une multitude d'autres objets, sont faits en fonte. Ce qui rend la blanche incapable d'être limée, soudée, c'est le laitier, le charbon et l'oxyde qu'elle renferme en plus grande proportion que la grise.

Quoiqu'il se fasse une énorme consommation de fonte, cependant l'emploi du fer est encore bien plus considérable.

Pour convertir la fonte en fer, il faut la purifier, en la fondant de nouveau, pour l'affiner. On place la fonte sur une forge et on l'entoure de charbon dont on excite la combustion avec des soufflets. Quand la fonte entre en fusion pâteuse, on dirige le vent à sa surface pour brûler le charbon qu'elle contient, et on la remue. Ensuite on la porte sous un énorme marteau, appelé *martinet* (n° 519), ordinairement levé par une machine motrice; ce martinet retombe sur la fonte : les coups répétés font suinter le laitier qui y est incorporé. On répète encore l'opération, en faisant prendre au fer, sous les coups du martinet, la forme qu'on lui destine. C'est alors qu'on l'appelle fer forgé, fer ductile, fer en barres. Cette triple opération fait perdre à la fonte le quart, le tiers de son poids, et même plus encore.

345. Il y a des fers doux, et des fers *aigres*, c'est-à-dire cassant à chaud ou à froid. Ces qualités dépendent de l'espèce de minerais, ou de la fabrication : les fers anglais sont durs et cassants; ceux de Berry, de Normandie, sont doux et liants; ceux de Suède sont les meilleurs qu'on ait. Les mauvais fers cassent à chaud, parce qu'ils renferment des matières étrangères, telles que du soufre, de l'arsenic; on les rebute le plus ordinairement, si ce n'est pour de grossiers usages. Il existe en Catalogne, dans les Pyrénées et

dans d'autres pays, des minerais assez fusibles pour donner de suite du fer malléable, sans avoir besoin d'épuration. On compte en France cinq cents fourneaux de fonte, et quatorze cents feux d'affinage, produisant chaque année 4 millions de quintaux de fer. *Écrouir*, c'est frapper le fer à froid, sur une enclume, avec un marteau; *forger*, c'est le frapper lorsqu'il est rougi au feu. La première opération donne au fer plus de nerf et de densité; la deuxième lui fait prendre toutes les formes qu'on veut. Le fer cassant à froid ne peut être écroui, ni tiré à la filière.

346. De toutes les combinaisons du fer, la plus remarquable est celle que ce métal fait avec le charbon : il suffit de 2 ou 3 millièmes de charbon pour changer le fer en *acier*; on comprend difficilement qu'une si petite proportion donne au fer des qualités si extraordinaires.

L'acier est brillant, prend un beau poli, est très-ductile et très-malléable, d'un grain fin et serré, plus dur, plus élastique, plus cassant que le fer, se fond et se soude à une température moins élevée. Sa propriété la plus remarquable est de devenir beaucoup plus dur et plus élastique par la *trempe*, opération qui consiste à rougir l'acier, puis à le refroidir subitement, en le plongeant dans un liquide froid. En refroidissant lentement, il conserverait ses propriétés primitives; plus le liquide est froid et l'acier chauffé avant la trempe, et plus aussi la trempe lui donne d'élasticité ou de dureté, plus il est cassant et perd de sa ductilité, selon la température à laquelle il est soumis.

Le feu fait prendre successivement à l'acier les teintes jaune paille, jaune d'or, rouge, violet, bleu foncé, gris, blanc, et enfin il fond. L'ouvrier est guidé par ces couleurs, pour donner à l'outil qu'il fabrique le degré de trempe qui est nécessaire : plus l'acier a été chauffé, plus il devient dur et cassant; il ne faut qu'une température médiocre pour lui donner de l'élasticité. La trempe doit être pourpre ou violette, pour les burins, les ressorts, les outils à couper le liége, le cuir, etc.; le jaune paille convient aux canifs et rasoirs, etc. Quand la trempe est trop forte, l'acier est trop fragile; il faut le ramener au degré voulu par le *re-*

cuit, qui consiste à le chauffer convenablement et à le laisser refroidir lentement.

347. Il y a trois manières de faire l'acier :

1° L'*acier naturel*, ainsi appelé, parce que ce n'est que la fonte épurée d'une partie du laitier qu'elle contient, en la ramenant presque à l'état de fer. Il se soude très-bien ; mais sa trempe est mauvaise : on en fait des sabres, des épées, des ressorts de voitures. Il faut, pour fabriquer de l'acier naturel, que le minerai se trouve composé de fer et de charbon dans les proportions voulues, ou qu'on produise ces proportions par art.

2° L'*acier cémenté*. La cémentation consiste à placer des barres de fer forgé, de peu d'épaisseur, dans des caisses de tôle, où on les enveloppe d'un mélange de poudre de charbon, de suie, de cendres et de sel marin. On soumet la caisse à une haute température pendant plusieurs jours, pour que le charbon se combine avec le fer rougi. Faute d'air, le charbon, ne pouvant brûler, entre en combinaison. Cet acier est le plus commun et le plus employé ; il nous en vient beaucoup d'Allemagne. On en fait des faux, des couteaux, des outils de tout genre, etc. On fabrique aussi en France de l'acier de cémentation.

La plupart des outils sont en fer qu'on cémente pour en durcir les tranchants et donner un beau poli à la surface. Souvent on se contente de revêtir la pièce d'une couche d'acier qu'on trempe. Le dos et les parties robustes de l'outil sont en fer et le tranchant en acier.

3° L'*acier fondu* se fait, soit en fondant l'un des aciers précédents dans des creusets et le moulant dans des lingotières, soit en fondant des copeaux de fer doux, dans des creusets, avec un cément composé de poudre de verre, de sable, de chaux et de potasse. Cet acier est le plus estimé : celui que font les Anglais avec du fer de Suède est le meilleur ; il est connu dans le commerce sous le nom du fabricant *Huntzmann*. Tous les outils tranchants fins se font avec de l'acier fondu, tels que les rasoirs, canifs, burins, ceux dont se servent les graveurs, les horlogers... On en fait aussi des ressorts, de la bijouterie, etc. L'acier fondu a un grain très-fin ; il prend par la trempe une extrême du-

reté, et peut entamer presque tous les corps. Il ne peut pas se souder, et si son tranchant est très-mordant, il se casse plus facilement.

Le meilleur acier fondu est celui qu'on fait dans l'Inde, et qu'on appelle *wootz* ; il coupe avec facilité notre acier le plus dur. C'est avec l'acier wootz qu'on fait les sabres précieux qu'on appelle *damas* : mais on y ajoute un peu de manganèse.

Quant aux différents liquides dont les ouvriers se servent pour la trempe de l'acier, et dont chacun fait un secret, employant pour liquide réfrigérant, tantôt l'urine, tantôt la graisse, l'eau salée ou acidulée, etc., on peut regarder ces prétentions comme un pur charlatanisme. L'opération se réduit à chauffer l'acier au degré convenable à l'objet qu'on fabrique, à le refroidir subitement, et à le faire *revenir* par le recuit à la dureté voulue.

348. L'*aimant* est un oxyde de fer qu'on trouve en couches dans divers lieux, en Suède, Norvége, Angleterre... Cette pierre jouit de la propriété d'attirer le fer, qui s'y fixe avec plus ou moins de force, et peut en porter des poids assez considérables. En frottant l'acier avec un aimant, on peut lui faire acquérir la même vertu magnétique, et cet acier aimanté peut à son tour la communiquer à un autre acier. On construit des aiguilles de *boussoles* avec cette substance (*Voyez* page 19). L'acier conserve très-longtemps la propriété magnétique, et une aiguille reste aimantée pendant plusieurs années sans avoir besoin de recevoir une nouvelle aimantation. Le fer, au contraire, ne s'aimante que momentanément en présence d'un aimant ou d'un acier aimanté, et perd subitement cette propriété en l'absence de la cause qui l'a créée. L'attraction magnétique est un excellent moyen de reconnaître la présence du fer dans un corps.

Zinc.

349. Ce métal, d'un blanc bleuâtre, ressemble au plomb et à l'étain terni ; il est assez dur, se laisse couler, tourner, laminer à chaud, et même réduire en fil. Il est plus

facile à fondre que le cuivre, mais moins que le plomb : fondu, il dégage une fumée blanche, et même, si l'on pousse le feu, il s'enflamme et se vaporise en un duvet blanc qui est de l'oxyde ou *fleurs de zinc*. Il pèse sept fois autant que l'eau (le centimètre cube pèse 7,17 grammes).

On ne trouve pas le zinc dans la nature; on l'extrait de minerais où il est à l'état d'oxyde et mêlé au fer dans une pierre appelée *Calamine*. Ce minerai forme des masses immenses en Sibérie, près d'Aix-la-Chapelle, en Angleterre, en Allemagne et autres contrées. C'est d'Aix et de ces deux derniers pays que nous vient tout le zinc de la consommation. On broie le minerai, on le calcine, on le mêle à du charbon en poudre, et on soumet à une forte chaleur dans des vases clos. Le zinc se réduit en vapeur et va se rendre dans de l'eau, par un conduit adapté en haut du vase. On fond ensuite le précipité desséché, et on coule en lingots. Si l'on met dans le vase du cuivre rouge, il se forme dans cette opération du laiton (n° 340).

Il y a un autre minerai où le zinc est combiné avec le soufre; on le nomme *Blende*. Il existe dans presque toutes les mines de plomb.

Le zinc se prépare à Liége; on le lamine, et il s'emploie à la place du plomb, pour les baignoires, réservoirs, gouttières, couvertures de maisons... Sa limaille, mêlée à celle de fer, donne les belles étoiles qu'on voit dans les feux d'artifice. Comme il s'oxyde et se détruit facilement, son usage a moins de durée que le cuivre et le plomb.

Antimoine ou *Régule d'Antimoine*.

350. Ce métal est blanc, très-cassant, léger, puisqu'il ne pèse que six fois et demie le poids de l'eau (le centimètre cube pèse 6,7 grammes). Il se dissipe, comme le zinc, en fumée blanche, quand on l'expose au feu : le sulfure de l'oxyde étant fondu donne ce qu'on appelle le *verre d'antimoine*, à cause de son apparence vitrée. Les fumées condensées forment les *fleurs argentines d'antimoine*. On ne l'emploie guère qu'en médecine, ou bien pour durcir le

plomb et l'étain avec lesquels on l'allie pour faire des chandeliers, des cuillères... Les caracters d'imprimerie sont un alliage de plomb et d'antimoine. L'étain et l'antimoine forment l'alliage des planches pour graver la musique.

On extrait l'antimoine des minerais qu'on trouve en Hongrie, en Sibérie, en Saxe, en France..., où ce métal est combiné au soufre; on grille, et on calcine, après avoir mêlé au charbon.

L'émétique, le kermès, le beurre d'antimoine, et plusieurs autres préparations pharmaceutiques, sont des remèdes très-usités, dont l'antimoine fait partie : l'art vétérinaire les emploie fréquemment.

Arsenic.

351. Ce métal se trouve natif dans les mines de Saxe, Bohême, Souabe, Alsace...; il est d'un gris d'acier, brillant; il répand l'odeur d'ail quand on le met sur le feu, et se dissipe en une fumée blanche. Il pèse huit fois autant que l'eau (le centimètre cube pèse 8,3). C'est un poison violent, qui est un ingrédient de la *mort aux rats*, et dont le crime ne fait que trop souvent usage. La *poudre à mouches* n'est autre chose que l'arsenic, auquel on donne à tort les noms de *mine de plomb*, *cobalt*.

En fondant parties égales de cuivre et d'arsenic, l'alliage est appelé *cuivre blanc*; on en fait, en Allemagne, divers objets d'art. Allié au cuivre et au platine, l'arsenic sert à faire les miroirs de télescope.

On rencontre encore l'arsenic sous deux états dans les mines. L'un est l'oxyde blanc, qui est encore plus vénéneux que le métal pur; on en fait usage, comme mordant, pour la teinture : l'autre est le *réalgar* et l'*orpiment*, qui servent en peinture (n° 430); le soufre y est combiné dans des proportions différentes avec l'arsenic.

Le Bismuth.

352. Il est lamelleux, d'un blanc jaunâtre, passant au rose par l'action de l'air, fragile, s'égrenant sous le mar-

teau, fusible à la flamme d'une bougie. Il se trouve en Allemagne, dans les filons de plomb, de cobalt... On le tire principalement de Saxe. Comme c'est le plus fusible des métaux, on le sépare de ceux qui lui sont unis en exposant le minerai à un feu modéré, et coulant dans des auges. Il sert à donner à l'étain plus d'éclat et de dureté; on l'emploie à la dorure sur porcelaine, à l'essai des creusets... Il pèse dix fois autant que l'eau (le centimètre cube pèse 9,8 grammes). On en fait peu de consommation.

Le blanc de fard, ou de perles, est une combinaison de bismuth et d'acide nitrique.

Lorsqu'on allie le bismuth au plomb et à l'étain, le composé se fond à des températures plus ou moins basses, selon les proportions. 8 parties de bismuth, 5 de plomb et 3 d'étain, donnent un alliage qui est liquide dans l'eau bouillante, et même un peu au-dessous de 80° de Réaumur. D'autres proportions donnent lieu à une fusibilité qui se produit à 90, à 100... degrés. C'est à Darcet qu'on doit la découverte de cette utile propriété. (*Voyez* n° 297.) Les rondelles fusibles, dont on garnit les chaudières de machines à vapeur pour éviter les explosions, sont ainsi composées. On peut faire un alliage qui entre en fusion à 60 degrés, et sert à plomber les dents creuses.

Cobalt.

353. Ce métal n'est obtenu dans les laboratoires que par curiosité. On ne se sert que de ses minerais qu'on trouve en Suède, en Saxe, en France... Ils sont ordinairement d'un blanc d'argent; le soufre y est uni à l'arsenic. Ils ont la propriété de colorer les verres en bleu. Ces émaux, appelés *Smalt*, réduits en poudre, colorent les substances auxquelles on les mêle, et forment l'*azur*, les fonds bleus de la porcelaine, entrent dans l'empois bleu, donnent le bleu aux linges fins, aux papiers blancs : le bleu Thenard imite celui d'outremer.

Manganèse.

354. Comme substance métallique, le manganèse n'est d'aucun usage et ne se trouve pas natif. C'est son oxyde qui est employé; il est tendre, d'un gris noir, et existe en plusieurs mines, même de France. On s'en sert pour faire disparaître les fausses teintes qui altèrent la transparence du verre, pour colorer en violet foncé la porcelaine, la faïence et le verre. Son principal usage est de fournir le chlore qui sert à blanchir les toiles, la cire, le papier..., et à désinfecter l'air chargé de miasmes délétères (n° 406).

Le Chrôme.

355. Voilà encore une substance sans usage sous la forme métallique, et dont les minerais sont employés dans la peinture. On le trouve allié au fer dans le département du Var, et au plomb en Sibérie. On se sert de l'oxyde de chrôme pour colorer en vert la porcelaine, les émaux, la peinture à l'huile... Uni à la potasse, cet oxyde sert à faire les fonds jaunes, dans l'art de teindre les tissus. Avec le plomb, il forme ce beau jaune qui colore les mouchoirs dont les paysannes se parent.

Purification et essai de l'or et de l'argent.

356. L'argent des lingots est allié au cuivre et au plomb, et nous avons déjà dit comment on l'en sépare (n° 333). Mais pour obtenir l'argent pur, on se sert du procédé suivant, appelé *coupellation*. Pour opérer en grand, on prépare un vase appelé *coupelle*, qu'on fait avec des cendres et des os calcinés, lavés et broyés en poudre fine : on les mouille et on les bat dans un moule dont la matière prend la forme; et quand elle est bien tassée avec des plombs arrondis, on fait la partie creuse en enlevant de la pâte avec un couteau courbe; on cuit ensuite le vase.

On y met assez de plomb pour que ce métal se trouve en plus grande proportion que l'argent; car lorsqu'il y a

peu de plomb, il adhère à l'argent au point de n'en être séparé que difficilement. On ajoute l'argent, et on expose à un feu violent et soutenu, dans un fourneau à réverbère. On y lance l'air d'un soufflet pour oxyder le plomb. Après quelques heures, on remarque dans le bain métallique une *fulguration* qui annonce que l'argent reste pur; la coupelle est une sorte de filtre qui n'est point perméable à l'argent, et qui laisse passer les métaux oxydés. On retire l'argent du vase et on le laisse refroidir.

Au gré de la loi, les ustensiles d'argent doivent être alliés à une proportion déterminée de cuivre; avant de les livrer au public, le fabricant est obligé d'y mettre son poinçon, et d'y faire frapper un *contrôle* qui atteste que cette proportion est observée. On dit alors que la pièce est au *titre légal*. On nomme *essai* l'opération qu'on fait pour s'en assurer.

L'ouvrier laisse sur la pièce d'argenterie un petit morceau fondu dans le même bain et avec elle : on l'enlève pour faire l'essai. On en pèse un gramme qu'on soumet à la coupellation avec du plomb en poids suffisant. Le plomb entraînera le cuivre à travers la coupelle, et il restera un *bouton* ou *culot* d'argent pur qu'on pèsera. En comparant au poids d'un gramme que le métal avait d'abord, on saura ainsi s'il contenait un dixième, un neuvième, un huitième, etc. d'alliage, et le titre sera connu.

On peut encore faire dissoudre l'argent qu'on veut essayer dans de l'acide nitrique : on verse ensuite une dissolution de sel marin dans le liquide, l'argent pur est précipité.

La pièce d'argenterie serait brisée, si elle était au-dessous du titre légal, et la façon serait perdue : si elle était au-dessus de ce titre, il y aurait perte pour le fabricant. On a donc grand soin d'allier ensemble des poids d'argent, à des titres connus par des essais, afin que la masse contienne la dose de cuivre exigée, ni plus, ni moins : c'est une affaire de calcul.

357. Si l'or n'était allié qu'au cuivre, on pourrait le purifier par la coupellation; mais comme le lingot contient aussi un peu d'argent dans la plupart des cas, après avoir coupellé avec le plomb, pour enlever le plomb et le cui-

vre, il resterait à ôter l'argent, ce qui serait difficile. On pèse un petit morceau du lingot, par exemple un demi-gramme, et on ajoute assez d'argent pour qu'il y en ait trois fois autant que d'or, à peu près : c'est ce qu'on appelle *inquartation*. On coupelle alors avec le plomb, et on a un culot d'or et argent seuls, où l'or est disséminé dans l'argent. On l'aplatit au marteau, on le recuit au feu, on le lamine et on le recuit encore. On a une lame mince qu'on roule en cornet, qu'on met dans l'acide nitrique et qu'on expose au feu ; au bout de quinze à vingt minutes d'ébullition, on change d'acide et on recommence. L'argent est entièrement dissous, et le *départ* est fait. L'or est ensuite lavé avec de l'acide sulfurique bouillant et concentré ; on recuit, on pèse, et on reconnaît, à la perte, la dose d'alliage qu'avait le lingot. Nous avons indiqué n° 331 un autre moyen d'essayer l'or par la pierre de touche ; ce procédé n'est qu'approximatif, mais l'habitude le rend assez exact. On s'en sert pour estimer le titre des bijoux.

358. Les pièces d'argenterie sont au titre de 950 ou de 800 millièmes, c'est-à-dire contiennent 50 ou 200 parties de cuivre sur un poids total de 1000 ; les bijoux d'or sont à 920, 840 et 750 millièmes : le tout selon l'espèce d'objets fabriqués. Le *droit de contrôle* sur l'argent est de 11 fr. 40 par kilogr. ; sur l'or il est de 25 fr. par hectogramme ; le *touchau* ne coûte que 90 cent. par hectogr., et remplace l'essai. Les produits de ce droit sont partagés entre l'essayeur et le fisc.

Pour séparer l'or et l'argent et obtenir ces métaux purs, on réduit le lingot en fragments qu'on met dans un vase de platine sur le feu, avec de l'acide sulfurique. L'argent se dissout, l'or se précipite en poudre brune ; ensuite, en mettant des lames de cuivre dans la liqueur, on en précipite l'argent. C'est le procédé d'*affinage*.

Feuilles d'or et d'argent, Dorure, Argenture.

359. L'or, l'argent et le cuivre se réduisent en feuilles minces sous les coups du marteau. Le métal doit être très-

pur, fondu, forgé, puis laminé (n° 528). On bat ensuite ces lames sur une enclume, avec des marteaux de formes diverses; on interpose d'abord des feuilles de vélin, puis des feuilles de *baudruche* (n° 423). On réduit de la sorte l'or à une telle minceur, qu'il n'est plus possible de le manier sans des espèces de pinces, et dans un air très-calme. On réunit ces feuillets dans un livret carré en papier orangé.

La dorure à l'huile ou à la colle se fait en recouvrant la surface d'une couche de cette substance; et quand elle est presque sèche, on applique les feuilles d'or, en les appuyant légèrement avec du coton. C'est ainsi qu'on dore la tranche des livres, le plâtre, le bois, le carton, le cuir, le fer, etc. On recouvre ensuite le plus souvent l'or avec un vernis. Les cadres des tableaux sont d'abord encollés avec de la céruse, puis poncés, polis et dorés ainsi qu'on vient de le dire. Dans tous les cas, il faut mettre plusieurs couches d'or successives. Enfin on frotte au brunissoir, etc.

Pour dorer les bronzes, on se sert d'un amalgame d'or et de moitié de son poids de mercure; l'or est jeté dans un creuset rougi au feu; on y ajoute ensuite le mercure. On laisse refroidir, on lave et on comprime entre les doigts pour exprimer le mercure qui n'est pas combiné. Cet amalgame s'applique sur le bronze au moyen de l'acide nitrique pur, où l'on a fait dissoudre un peu de mercure. Quand la pièce de bronze a été tournée, ciselée, on l'enveloppe d'un feu de charbons et de mottes à brûler, qui lui donne une vive chaleur et la fait rougir. On la lave ensuite avec de l'eau mêlée à un peu d'acide sulfurique; puis on la frotte avec de l'acide nitrique pour la bien décaper; on lave à grande eau. On applique l'amalgame d'or avec un pinceau en fils de laiton trempé d'acide nitrique. Enfin on lave, on fait sécher, et on met au feu pour faire évaporer le mercure. Plusieurs couches successives d'or sont souvent nécessaires. Il reste à *brunir* en frottant la pièce avec de la *sanguine* (n° 230).

360. L'*argenture* du cuivre se fait en frottant la surface, bien décapée, avec une poudre composée de 4 grammes de tartre, 4 de sel, 1 d'alun, et 12 d'argent pur (qu'on obtient en dissolvant l'argent dans l'acide nitrique, et, mettant

une lame de cuivre dans cet acide, l'argent se précipite) Ensuite on brunit et on polit avec un cuir.

15 grammes d'argent pur en poudre, 60 grammes de sel, 60 de sel ammoniac, et 4 de sublimé corrosif, donnent une préparation qui, mêlée au tartre et à l'alun, s'applique sur le cuivre bien net : on frotte, on chauffe au rouge et on polit.

On peut aussi se servir d'amalgame d'argent comme de celui d'or. Le nitrate d'argent mêlé dans l'acide hydrochlorique précipite un sel qui est de l'hydrochlorate d'argent. En mêlant cette poudre au sel et au tartre, et en frottant le cuivre à l'aide d'un bouchon, l'argent se fixe. C'est ainsi qu'on argente les cadrans de montre, les échelles de baromètres et de thermomètres, etc.

Les épingles et les fils de cuivre sont blanchis en les faisant bouillir dans l'eau de tartre où l'on a jeté des rognures d'étain. On peut aussi les argenter, ainsi que les agrafes, en les mettant en ébullition dans un bain de tartre et d'hydrochlorate d'argent.

Les vapeurs mercurielles sont très-dangereuses à respirer ; M. Darcet a apporté d'utiles changements au mode d'opérations, pour ménager la vie des ouvriers. Une lampe placée dans le tuyau d'une *cheminée d'appel*, y excite un fort tirage qui enlève toutes les vapeurs, et rend l'art du doreur beaucoup moins dangereux. Mais on désirait un procédé qui permît de dorer avec solidité, sans se servir du mercure : c'est ce que M. Delarive a obtenu en employant le galvanisme. MM. Becquerel et Elkington ont amélioré cette méthode, et M. de Ruolz l'a amenée à un degré de perfection remarquable : c'est un art nouveau qui a beaucoup d'avenir.

On décape la pièce à dorer et on la plonge dans une dissolution d'or : on y fait arriver un courant électrique, et l'or se précipite sur la pièce. L'épaisseur de la couche d'or s'accroît tant qu'on prolonge l'opération. Au bout de peu de minutes, la pièce sort du liquide parfaitement dorée au mat; on peut ensuite la brunir, et lui faire subir toutes les épreuves auxquelles la dorure au mercure est ordinairement soumise.

L'art de la bijouterie fausse reçoit de ce procédé une grande amélioration. On dore ainsi le cuivre, l'argent, le maillechort, le fer, et tous les métaux, sauf quelques moyens dans les détails desquels nous ne pouvons entrer ici. On y trouve économie de dépenses et de temps. Mais ce que cette méthode offre de remarquable, c'est qu'on peut déposer tout métal quelconque à la surface d'un autre métal : ainsi on platine, on argente tous les objets, on recouvre d'or les plumes métalliques, et tous les produits en fer qu'on veut préserver de l'oxydation par l'air humide, ou de l'attaque des acides ; on argente et on dore l'étain, ce qu'on n'avait jamais pu faire ; on zincgue le fer, le cuivre, les boulets de canon, les chaînes, etc.

On peut même faire déposer le cuivre sur un moule en plâtre, lui donner en relief les dessins en creux faits sur le moule qu'on brise ensuite, et obtenir ainsi des produits plus finis et plus délicats que ceux de la fonte. Tel est l'art appelé *galvanoplastie* que M. Soyer a pratiqué en grand avec tant d'habileté pour obtenir des pièces de grande dimension.

Fils de métal.

361. L'or, l'argent, le fer, l'acier, le cuivre, peuvent être réduits en fils plus ou moins fins, en étirant un barreau de métal, qu'on force à passer dans les trous successivement plus petits d'une filière (n° 383). La machine, qu'un homme fait tourner avec une manivelle, est appelée *un banc à tirer* (*Voyez* n° 530). C'est ainsi que se font les cordes de laiton et d'acier pour les forté-pianos, le fil de fer pour les treillages, le fil de laiton pour les toiles métalliques et garde-feu, les fils d'argent pour épaulettes, galons, etc.

Comme l'argent doit être au titre légal, ce métal ne peut être filé que dans quelques villes de France, dont les monnaies sont pourvues d'une *argue;* on nomme ainsi un fort cabestan qui sert à passer le lingot d'argent dans diverses grosses filières décroissantes, jusqu'à ce qu'on l'ait réduit au calibre d'un tuyau de plume. On s'assure d'abord si le

lingot est au titre, on le contrôle, et on perçoit le droit; après quoi on le passe à l'argue. Quand le fil est réduit à la grosseur suffisante, le fabricant l'emporte à sa propre tréfilerie.

Pour les fils d'or des épaulettes, galons, brocarts, etc., on revêt le lingot d'argent d'une mince couche d'or avant de le passer aux plus grosses filières. Telle est la ductilité de l'or, que le tréfilage réduisant ce lingot à un fil aussi mince qu'un cheveu, ce fil est encore recouvert d'or de manière à ne pas laisser apercevoir le noyau qui est en argent. Un cylindre d'argent recouvert d'une once d'or peut être tiré en un fil de 111 lieues, ou 444 mille mètres.

Monnayage.

362. Les monnaies sont en or, en argent, et en cuivre ou alliage : celles-ci portent le nom de *billon.* Occupons-nous des pièces d'argent; les autres se fabriquent de la même manière.

Les hôtels des monnaies sont pourvus des machines et ustensiles nécessaires à la fabrication; le tout est affermé à un directeur qui a l'entreprise du monnayage, et paye à l'État un droit pour cet exercice. Ce directeur bat monnaie avec les métaux qu'il se procure dans le commerce, ou que l'État ou les particuliers lui livrent. Chaque pièce a pour valeur intrinsèque celle que lui attribue sa dénomination : ainsi une pièce de 5 francs vaut réellement ce prix, parce que l'argent dont elle est faite est au titre et au poids qui lui donnent cette valeur, moins les frais alloués pour la fabrication. Celui qui fondrait cette pièce, perdrait la dépense de ces frais; il est donc intéressé à ne pas le faire; et pourtant la valeur vénale d'un objet de 5 fr. est représentée par ce poids d'argent, ayant la forme et le poinçon qui en attestent le prix.

Le directeur commence par essayer les lingots pour en connaître le titre et les allier dans la proportion qui les amène à 9 dixièmes de fin, c'est-à-dire qu'après la fonte, la masse contienne juste un dixième de son poids de cuivre.

On travaille ce lingot au feu, au marteau, au laminoir, de manière à le réduire à une lame ayant l'épaisseur exigée par la loi ; car les dimensions, poids et titres sont fixés, et il ne faut pas s'en écarter.

Dans ces lames, on taille à l'*emporte-pièce* ou *découpoir* (n° 522) des disques nommés *flans;* ce sont de véritables pièces qui n'ont pas encore reçu l'empreinte. On comprend qu'il faut une puissance considérable pour laminer le métal et le tailler en flans ; aussi les machines qui exécutent ces travaux sont-elles ordinairement mues par la force de la vapeur.

On pèse alors chacun des flans tour à tour ; on rebute ceux qui se trouvent trop légers, et on conçoit combien l'art doit être précis pour éviter la perte de main-d'œuvre et de fonte causée par ces rebuts qui, en général, sont rares. On lime ou rogne les pièces qui sont un peu trop lourdes ; l'excès de poids serait une perte d'un autre genre pour le directeur.

Le *cordon*, c'est-à-dire la devise qui est gravée sur la tranche, est empreint par une machine qui fait pirouetter le flan, en comprimant son bord par l'action d'un puissant levier, manœuvré à la main.

On porte alors les flans au *balancier* (n° 522), qui frappe avec force sur le flan placé entre deux coins d'acier. Le flan pressé entre ces coins en reçoit les empreintes sur ses faces opposées.

L'administrateur de la monnaie prend alors, au hasard, un certain nombre de pièces dans le tas qui provient d'une même fonte, qu'il a surveillée, et il les envoie à l'essayeur de Paris, qui vérifie si elles sont *droites de poids et de titre.* Ce n'est qu'après son consentement que l'administrateur autorise le directeur à verser dans la circulation les pièces frappées.

En faisant manœuvrer le balancier par douze à quatorze hommes, on peut aisément frapper 2000 pièces de 5 francs par heure ; ce travail peut être soutenu durant 11 heures par jour, ce qui produit au moins 110,000 francs. Six à huit hommes peuvent frapper 6000 coups par heure en pièces de 50 centimes. Il y a à la monnaie de Paris au moins quatre

balanciers occupés sans cesse à frapper des pièces d'or, d'argent et de billon.

L'unité monétaire est le franc, pièce d'argent du poids de 5 grammes ; la pièce de 5 francs pèse 25 grammes ; il en faut 20 pour faire 100 francs, qui ont le poids d'un demi-kilogramme (5 hectogrammes). Tout l'argent monnayé est au titre de 0,9, ou contient seulement 0,1 de son poids d'alliage.

Le gouvernement veille à ce que les pièces soient *droites* de poids et de titre, c'est-à-dire ne pèchent par défaut ni par excès. En effet, supposons qu'il réduise la pièce de 5 francs à la moitié de son poids, ou qu'il y admette moitié d'alliage, en conservant à ces pièces leur dénomination : leur valeur intrinsèque ne serait plus que de 50 sous. Le commerce ne voudrait plus recevoir que l'ancienne monnaie, ou ne prendrait la nouvelle que pour demi-valeur, faisant payer les objets par une somme nominale double. L'argent est une marchandise qui, comme toute autre, a une valeur fixée par sa rareté, ses usages et les frais nécessaires à sa production. Si l'hectolitre de blé, au lieu de coûter 20 francs, en coûte 30, c'est que l'argent est devenu plus commun, ou le blé plus rare : et on reconnaît si l'on est dans le premier cas ou le second, en examinant si le renchérissement frappe la plupart des objets, ou seulement quelques-uns.

Ainsi, par l'altération des monnaies, le gouvernement ferait réellement banqueroute à ses créanciers, et subirait infailliblement toutes les conséquences du manque de foi. Il ne profiterait même point de sa fraude, car les impôts lui seraient payés avec les valeurs nouvelles ; et comme il est le plus fort des consommateurs, pour les approvisionnements de l'armée de terre et de mer, pour l'entretien du matériel civil et militaire, le payement de ses agents, etc., il reperdrait et au delà ce que la fraude lui aurait fait gagner. Aussi la ressource momentanée que les princes ont jadis retirée de l'altération des monnaies, est-elle aujourd'hui regardée comme une preuve d'ignorance et de malhabileté, autant que de mauvaise foi : on y a complétement renoncé depuis longtemps.

Encore moins souffrira-t-on que le directeur de la monnaie altère les pièces en aloi ou en poids, dans son propre intérêt; car il ne bat souvent monnaie qu'avec les lingots fournis par l'État ou par les particuliers.

Mais le gouvernement veille aussi à ce que les pièces ne soient pas trop pures ou trop lourdes, quoiqu'il n'en résulte au fond perte que pour le fabricant. Car dès que le commerce trouverait un bénéfice, même léger, à fondre les pièces de 5 francs, elles n'échapperaient pas à cette opération, dont les frais seraient payés par la façon des ustensiles d'argent qu'on en fabriquerait. La monnaie en circulation devrait donc diminuer au point de manquer aux échanges, et sa rareté, en accroissant son prix, diminuerait relativement celui des objets achetés. De là, une perturbation commerciale qu'on doit éviter.

Comme il est très-difficile d'atteindre le titre et le poids rigoureusement fixés, la loi accorde une tolérance appelée *remède*, de trois millièmes pour l'argent, tant sur le titre que sur le poids, et de deux millièmes pour l'or. L'adresse du fabricant consiste à diriger son travail de manière à faire tourner le remède à son profit, en affaiblissant un peu soit le poids, soit l'aloi, mais restant d'ailleurs dans les limites légales.

363. Une fois l'unité monétaire fixée en argent, le prix de l'or est déterminé par son abondance ou sa rareté. Ainsi, lorsqu'on dit que l'or monnayé vaut 15 fois $\frac{1}{2}$ son poids d'argent monnayé, cela n'est vrai qu'à un instant donné. La pièce de 20 fr. pèse 9,45161 grammes, et 15 fois $\frac{1}{2}$ ce poids produit 100 grammes, dont la valeur est en effet 20 francs en argent. Mais que l'or devienne rare ou abondant, et cette relation changera. Aussi voyons-nous souvent que la faciliter de porter, ou de cacher de grosses sommes en or, fait rechercher l'or de préférence à l'argent, et, par suite, accroît la valeur des pièces de 20 francs, qu'on paye jusqu'à 10 sous au delà de leur prix légal. C'est qu'alors la marchandise or est beaucoup demandée.

En général on doit tailler 155 pièces de 20 francs dans un kilogramme d'or, au titre de 0,9, valant 3100 francs;

et 40 pièces de 5 francs dans un kilogr. d'argent, valant 200 francs.

Les diamètres des monnaies sont aussi fixés, pour qu'elles puissent s'empiler et se former en rouleaux. Le diamètre des pièces de 5 francs est de 37 millimètres; 27, mises bout à bout, ont la longueur d'un mètre; il faut 95 pièces de 20 fr., ou 77 de 40 fr., pour accomplir cette longueur.

Il est accordé au directeur 3 francs par kilogramme d'argent, et 9 francs par kilogramme d'or, à 0,9 de fin, pour droit de fabrication des lingots qu'on lui livre : mais on est souvent obligé d'attendre son tour, et de perdre l'intérêt de son argent, à moins qu'on ne fasse un arrangement avec lui. Il y a douze hôtels de monnaies en France. Pour que les empreintes soient identiques partout, voici comment on fabrique les coins.

Ce procédé est à peu près le même pour les *médailles*.

364. On commence par graver en creux la pièce de monnaie, en acier fondu sur une forte épaisseur. On la trempe, puis on tire la *matrice*; c'est un carré d'acier fondu qui reçoit l'une des empreintes en relief. On fait les deux matrices qui doivent frapper les faces opposées du flan. Pour cela, on les place sous un fort balancier, après avoir bien dressé leurs faces parallèlement, et les avoir chauffées au rouge cerise. On dispose la pièce entre elles, et on donne plusieurs coups de balancier. Enfin, on retouche. Ces matrices servent ensuite à fabriquer les *coins* d'acier en creux : on en frappe sur acier fondu la quantité nécessaire pour suffire à l'usage continuel qu'on en fait dans toutes les monnaies. Chacun de ces coins porte seulement un signe particulier, pour distinguer la localité de la monnaie.

Il faut observer que lorsqu'on frappe monnaie, le coin inférieur n'est que posé sur une *rotule* en acier, qui prend d'elle-même, sous le choc, la position propre au parallélisme des faces. Le flan est retenu dans une *virole* qui l'empêche de déborder en s'aplatissant : le balancier produit lui-même le *dévirolage* après chaque coup.

Orfévrerie.

365. L'orfévre travaille l'argent, l'or et même le platine, et fait prendre à ces métaux précieux les formes variées de tabatières, chaînes, bijoux, plats, couverts, etc... Les procédés de cet art se multiplient comme les formes; nous nous bornerons aux plus usitées.

Pour faire de la vaisselle, on prend un lingot au titre légal, on le forge en plaque de la grandeur convenable, et on le fait contrôler (n° 356). La moulure se fait à part en se servant d'une filière et d'un banc à tirer (n° 530); on soude ensuite avec de l'argent allié à 8, ou 6, ou 4 fois son poids de cuivre, plus ou moins, selon le cas. C'est un fait qu'en général les *alliages sont toujours plus fusibles que le plus fusible des métaux alliés.* L'ouvrier ébarbe, plane au marteau, grave au burin, polit avec la ponce à l'huile, etc.

Les couverts d'argent, avec ou sans filets, sont préparés à la forge avec un calibre; on les frappe au balancier pour leur donner la forme, les fileter, les terminer. On polit, brunit, etc.

Plaqué, Doublé.

366. On prend une plaque d'excellent cuivre d'environ 1 à 2 centimètres d'épaisseur; on la plane et on la gratte pour rendre la surface unie et parfaitement nette. On plane et lamine un lingot d'argent d'un poids égal au 10e, au 20e, ou au 40 de la plaque de cuivre, selon qu'on veut que le plaqué soit plus ou moins solide. Cette lame d'argent est réduite à avoir même surface que la plaque et à la déborder tout autour, pour pouvoir rabattre ce rebord sur la face opposée du cuivre. On y passe avant une couche de forte dissolution de nitrate d'argent qui sert de soudure aux surfaces en contact des deux métaux, ou du moins pour les *amorcer.* On chauffe fortement, et on passe au laminoir, qui chasse tout l'air interposé, et ré-

21

duit la plaque à l'épaisseur voulue (à peu près 1 millim.), mais en conservant aux deux métaux leurs rapports d'épaisseur.

Tout l'argent qui déborde la plaque de cuivre est enlevé en ébarbant. Beaucoup de pièces sont plaquées sur les deux faces; dans ce cas, on recommence l'opération sur la face opposée. On travaille ensuite au marteau pour faire prendre à la plaque la forme demandée. Pour exécuter les vases creux, sans courir risque d'altérer l'uniformité d'épaisseur de l'argent, on place la plaque et on la contourne autour sur un *mandrin* en bois de figure convenable, et on la force de s'y adapter en pressant avec un outil d'acier trempé bien poli. On change successivement de mandrins, jusqu'à ce qu'on soit arrivé à la forme désirée, en faisant autant de recuits que cela est nécessaire. Les pièces latérales sont soudées à l'argent, vissées, etc. La manière de courber le métal sous le marteau est semblable à la *retreinte* des chaudronniers.

Chaudronnerie, Ferblanterie.

367. Le chaudronnier façonne les vases et ustensiles en tôle de fer, de zinc, de cuivre ou de laiton. Comme ces derniers métaux sont mous, il faut les durcir en les frappant sur l'enclume avec un marteau, ce qu'on appelle *écrouir*. Pendant cette opération, on recuit le métal, c'est-à-dire qu'on le met au feu autant de fois qu'il est nécessaire. Quelquefois le vase qu'on veut faire doit être creux et sans couture; les ouvriers le travaillent alors en *retreinte:* après avoir taillé une plaque ronde en tôle, ils l'*emboutissent*, c'est-à-dire qu'ils la frappent vers le milieu sur un tas d'acier, avec un marteau à tête ronde; le métal s'étend plus en cet endroit que sur les bords de la plaque qu'on ne frappe pas, et il se façonne en creux. En conduisant le travail sur le même principe, on peut même former un globe creux, où il n'y a que le trou de passage pour l'enclume de forme allongée qu'on appelle *bigorne.*

Les chaudrons, baignoires, chaudières, etc., sont de

trop grandes dimensions pour être faits par ce procédé : on les forme de planches en tôle qu'on courbe sous le marteau, et qu'on joint ensemble par des clous *rivés*, c'est-à-dire par des broches dont on fait traverser les deux bords de jonction, et qu'on aplatit au marteau pour y former deux têtes opposées; ces clous retiennent les plaques de tôle accolées, sans laisser passage aux liquides.

La soudure pour le cuivre est de l'étain et du plomb, ou un alliage de zinc et de cuivre. Après avoir gratté les bords qu'on veut souder, on les lime, ou bien on y pratique des tenons et des mortaises : on couvre de borax mouillé et de grains de soudure; un bon coup de feu la fait couler dan les joints qui prennent ensemble par refroidissement.

Le *planeur* est un chaudronnier qui écrouit la tôle de cuivre rouge, la gratte au vif, la polit, la brunit pour lui donner une surface plane et unie, afin qu'elle soit propre à la gravure (*Voyez* p. 220).

368. Le *ferblantier* travaille selon les mêmes procédés que nous venons de décrire; seulement, comme son ouvrage est ordinairement plus délicat que celui du chaudronnier, il y apporte plus de soin, se sert d'outils plus fins, etc. Les lampes, casseroles, cafetières, boîtes, etc., qui se font en fer-blanc, ont leurs pièces taillées de formes et grandeurs convenables à l'objet. On dessine d'abord sur cette espèce de tôle le patron de la pièce à fabriquer, et on la coupe avec des cisailles. Des marteaux en acier poli, et des enclumes de différentes formes, servent à polir le fer-blanc, et à le façonner et courber. Il reste ensuite à souder les bords qui se joignent. La soudure est composée d'étain et de plomb fondus ensemble et coulés en plaque. Le fer à souder est un prisme triangulaire ordinairement en cuivre, porté sur une tige avec un manche en bois; on fait chauffer ce fer, et on en présente le tranchant sur de la résine et ensuite sur le lingot de soudure; celle-ci se fond et s'atche à ce tranchant où elle reste liquide. On la dépose ensuite sur le joint qu'on veut souder, après avoir bien avivé ce joint, et enduit de résine en poudre. La soudure se fige de suite en coulant entre les bords de jonction.

Nous avons déjà fait remarquer qu'un alliage de deux

métaux est plus fusible que celui de ces métaux qui l'est le plus. La soudure, étant un alliage de ce genre, fond donc et joint parfaitement les deux bords des pièces métalliques à souder, avant que la chaleur ait pu les ramollir. On a soin de gratter ces bords, et de les frotter avec du sel ammoniac, pour les bien décaper; car une légère couche d'oxyde empêcherait la réunion : on aide la fusion de la soudure avec du borax.

La soudure des plombiers est formée d'une partie d'étain sur deux de plomb ; elle sert pour réunir les bords des lames de plomb, de fer-blanc, de cuivre. Du reste, le cuivre et le laiton sont souvent soudés par l'argent, ou avec des alliages de cuivre, de zinc et d'étain. Le fer se soude sur lui-même ou avec l'acier, en faisant rougir et frappant au marteau. On soude aussi deux pièces de fer ou d'acier l'une avec l'autre avec du cuivre, à l'aide d'une forte chaleur; c'est ce qu'on appelle *braser*.

Fonderie, Canons, Bombes, Obus.

369. Le fondeur expose les métaux à une température suffisante pour les rendre liquides, et les coule dans des moules où ils reçoivent une forme convenable à l'usage qu'on en veut faire, tels que les robinets, corps de pompe, ornements de bronze et de fer, cloches, presses, machines, cheminées, plaques, etc. Le moule est établi en se servant d'un *modèle* en bois fait par un menuisier-tourneur, et huilé pour éviter la déformation. Il y a aussi des modèles en fonte qu'on destine aux objets dont on doit tirer beaucoup d'exemplaires. En construisant les modèles, il faut avoir égard à la retraite que doit éprouver la matière fondue, en se refroidissant.

On se sert d'un sable vert, mêlé d'argile et de poussier de charbon de bois, dans une proportion propre à éviter l'adhérence du métal : on tamise ce sable, on le corroie et on l'humecte. Le même sable ressert à faire plusieurs moules successifs. Dans une première couche de sable, on établit le modèle. On l'y fait entrer de moitié, en appuyant et frap-

pant avec un maillet. Puis on ajoute du sable qu'on tasse et qu'on saupoudre de charbon ; on frappe au maillet, jusqu'à ce que la seconde moitié soit recouverte. Le tout est établi sur un châssis, et on retourne sens dessus dessous, pour tasser le sable de nouveau. Quand le moule est bien solide, on retire le modèle, on pratique les évents pour la sortie de l'air, et les jets pour la coulée. On fait sécher à l'étuve ; puis on place le noyau au milieu ; ce noyau est entretenu chaud à l'étuve. On établit les châssis, et on y coule le métal qu'on a réduit en fusion dans un fourneau à réverbère.

Les grandes pièces, telles que les arbres et colonnes de fonte, les canons, les cloches, les statues, se fondent sur les mêmes principes.

Les pièces sont ensuite réparées, ciselées, polies, etc.

Les plaques de cheminées, les *gueuses*, les saumons, etc., se fondent dans des moules formés en enfonçant simplement le modèle dans le sable nivelé, ou bien en creusant le moule dans de la pierre.

370. Ce qui importe surtout quand on fond une statue ou des pièces délicates, c'est que l'alliage constituant le bronze soit très-coulant, pour que le métal pénètre dans toutes les anfractuosités du moule, et qu'ensuite il prenne une dureté telle qu'il puisse résister aux actions atmosphériques. Le châssis qui porte le moule doit être établi avec la solidité qui lui permet de ne pas céder sous la pression du métal en fusion. La statue doit avoir l'attitude qui convient pour que sa masse ne se renverse pas sous son propre poids. Il ne nous est pas possible d'entrer ici dans la multitude des détails que comporte ce bel art ; il nous suffit d'avoir donné une idée des procédés qu'il emploie.

371. La coulée des cloches, des timbales, des cymbales, des tam-tams, des canons, etc., ne diffère pas de ce qu'on vient de dire ; seulement les proportions des métaux qui constituent l'alliage varient selon la destination. Le bronze des canons est composé de cent parties de cuivre rouge et onze d'étain. Cette bouche à feu est un corps longuement conique terminé par la culasse, et percé d'un trou longitudinal cylindrique appelé *âme*. On y bourre de la poudre

à canon, dont la charge, située au fond de l'âme, communique au dehors par un trou nommé *lumière.* Le boulet, en fer fondu, est placé après la charge de poudre entre deux bourres : l'amorce est mise dans la lumière ; lorsque cette amorce prend feu, la charge fait explosion et lance le boulet.

La *bombe* est un globe creux en fer fondu, qu'on bourre d'une charge de poudre par un trou ou *œil*, où l'on adapte une fusée de bois. La bombe est lancée par l'explosion d'un *mortier* en fonte chargé de poudre ; la fusée prend feu et fait éclater la bombe. Le mortier et le canon sont fondus dans des moules et montés sur affût, à l'aide de deux *tourillons.* Le canon est tourné, et l'âme est creusée par un forage. Voici comment on exécute ces opérations.

Le modèle est l'exacte figure de la pièce qu'on veut fondre : il est fait d'un corps en bois appelé *trousseau*, et surmonté, du côté du petit bout, d'un prolongement de 6 à 12 décimètres qu'on nomme *masselotte,* dont nous verrons l'usage. Le trousseau est entouré d'une natte de paille qu'on y tasse à coups de marteau, et qu'on recouvre d'une couche d'argile et de fiente de cheval délayée en pâte. Ce modèle séché est ensuite façonné au tour, quand il a reçu la forme voulue, les tourillons s'ajustent ensuite en plâtre creux. Les anses se font en cire que fond la chaleur du métal coulant, et qui laisse occuper sa place dans le moule par ce métal. Le tout est exécuté d'après un *gabari* qui donne les dimensions exactes des parties appelées *astragale, collet, bourrelet*, *renfort*, *plate-bande*, etc.

On revêt ensuite le modèle d'une chemise épaisse de 11 centim. (4 pouces) de cendres et d'argile ; et quand la première est sèche, on en met une seconde, puis une troisième, en ajoutant de la fiente de cheval et de la bourre de vache : il faut jusqu'à six de ces couches. Enfin on *déchappe* le modèle, c'est-à-dire qu'on le chasse hors du moule, en poussant le petit bout et faisant sortir par le gros : la culasse se fait à part et de la même manière ; on l'y ajuste ensuite avec un panier de fer armé de crochets. Le tout est consolidé par des bandes en fer tant en longueur qu'en largeur.

On établit ces moules verticalement dans une fosse suffisamment profonde, près le fourneau de fusion. L'intervalle entre les moules est rempli de terre sèche et foulée. Le métal fondu est conduit du fourneau par un canal recourbé en siphon qui plonge jusqu'au bas de la fosse, et entre dans les moules par la culasse, d'où il remonte, en conséquence de sa liquidité, jusqu'en haut de la masselotte. Le métal, en se refroidissant, conserve la forme du vide qu'il a trouvé dans le moule.

Le poids de la masselotte, par la pression verticale du métal fluide, est destiné à empêcher les vides et les boursouflures.

C'est à un signal donné qu'on fait partir le tampon qui bouche le fourneau, et le métal s'écoule en rivière de feu, par les conduits qui communiquent aux moules. Il faut un poids de métal fondu double de celui qu'auront les pièces, à cause des déchets et des masselottes. La coulée se fait comme pour toute autre fonte moulée. Trois ou quatre jours après, on déblaye les terres, et on retire les cannes des moules.

Après avoir scié la masselotte et le jet de la culasse, on fore le canon, en le fixant à une machine qui le fait tourner sur son axe, par la force de la vapeur ou d'une roue hydraulique. Un foret qui se présente solidement dressé dans la direction de cet axe, y perce un tuyau longitudinal qu'on agrandit successivement avec des forets de plus en plus gros. On se sert de forets à *goujon* (p. 329), en sorte que, quand le premier trou est exactement dans l'axe de la pièce, on est assuré que les forets successifs y sont aussi, et que la pièce est bien forée. Le premier trou sert de guide à ceux qu'on fait ensuite pour agrandir le canal.

Quelquefois, au contraire, la pièce reste fixe et c'est le foret qu'on fait tourner. (Voy. *Alésoir*, nº 547.)

Sans déranger la pièce de dessus la machine à forer, un burin qui la taille en dehors, en enlève toutes les inégalités, et tourne la surface extérieure : on ménage les espaces où sont les anses et les tourillons qu'il faut réparer après coup.

Dans la direction où doit être la lumière, on perce un

trou de 3 centim. environ qu'on taraude, et on bouche ce trou avec un *grain* taraudé sur le même pas, et qu'on appelle un *prisonnier*. Il est en cuivre rouge, et on le perce ensuite pour faire la lumière.

372. Les boulets sont des globes massifs en fer, du poids de 4, 8, 12, 16, 24, 36 et 48 livres, selon le calibre du canon. On les coule dans des moules en fer, formés de deux coquilles qui se rapportent exactement l'une dessus l'autre, comme le couvercle d'une tabatière. La supérieure est trouée pour recevoir le jet, et assez pesante pour que le métal fondu ne puisse la soulever. La matière n'est versée qu'à petits filets pour éviter les soufflures. On fait ensuite rougir ces boulets, et on les frappe sur l'enclume pour en effacer les bavures et les inégalités. Il faut pour cela environ 120 coups de marteau par boulet.

373. Le volume d'une pièce de canon dépend du poids du boulet qu'elle doit projeter : le canon de 48 chasse des boulets de 48 livres ; celui de 24, des boulets de 24 livres ; et ainsi des autres. Les pièces dites de *campagne* sont de 4, 8 et 12 ; la longueur de leur âme est de 18 fois le diamètre de leur boulet ; et le poids de la pièce est de 150 kilogrammes par chaque kilogramme de boulet. Dans les *pièces de siége*, la longueur de l'âme est 20 fois le calibre du boulet, et le poids, de 260 kilogrammes par kilogramme de boulet.

Le canon se monte sur un *affût;* on le charge de la même manière que les fusils, proportion gardée, soit à boulet, soit à balles. Les bourres se font avec du foin, du gazon, de la terre. Pour un boulet de 4, il faut $\frac{3}{4}$ kilogr. de poudre ; la portée est de 3040 mètres : il faut 1 $\frac{1}{4}$ kilogr. pour un boulet de 8, qui est chassé à 3320 mètres ; et ainsi des autres. Mais on ne tire guère les pièces de campagne à plus de 1000 mètres.

374. Les *bombes*, *obus*, *grenades*, sont fondues dans le sable à mouler ; le modèle est en cuivre, et formé de deux coquilles hémisphériques : l'œil est sur leur cercle de jonction. Un noyau en terre ménage la chambre intérieure ; ce noyau est soutenu dans le moule par une barre de fer ; on le fait dans une boîte à deux coquilles. La coulée est exé-

cutée en prenant la fonte dans une cuiller qu'on enduit d'argile bien séchée et chauffée. La bombe a des anses et un anneau pour la manœuvrer, et un culot ou partie plus épaisse qui est opposée à l'œil.

375. Les *mortiers* avec lesquels on lance les bombes sont des espèces de canons très-courts, composés de deux cylindres sur le même axe. L'âme a 1 fois et demie le calibre, et est terminée par un hémisphère, vis-à-vis l'endroit où les deux cylindres se pénètrent. La chambre qui reçoit la charge a pour diamètre les trois huitièmes du calibre, et pour profondeur les trois quarts. Le tire du mortier se fait sous un angle élevé; on ménage, en dehors de la lumière, une saillie pour retenir l'amorce. Le mortier est monté sur un affût, et on le pointe avec un fil à plomb et un quart de cercle. Les mortiers de siége sont portés sur une semelle fondue avec le mortier même.

376. L'*obus* est une petite bombe qu'on tire à ricochet ou en volée, avec une espèce de bouche à feu, nommée *obusier*, qui est montée sur un affût, et ressemble beaucoup au canon; mais il a une chambre pour recevoir la charge, comme le mortier. L'obus n'a point d'anses; il produit l'effet du boulet par ses ricochets, et celui de la bombe en éclatant au bout de son trajet. Il y a des obusiers de 6 et de 8 pouces, montés sur des affûts de campagne. L'obusier est aussi chargé, dans les batailles, avec des cartouches à balles.

On fond l'obus comme la bombe, et l'obusier comme le canon. Les détails dans lesquels on est entré pour la fonte et la fabrication des canons et des bombes, dispensent d'en donner d'autres sur les diverses espèces de fonte soit en fer, soit en bronze, soit même en métal précieux.

Balles, Grenailles.

377. Les balles de fusil se fondent en plomb, dans des moules formés de deux mâchoires creuses; ces moules imitent des pinces dont chaque branche est creusée en demi-sphère; la sphère entière est complétée par la juxta-

position des deux branches de la pince. Il y a un petit trou en entonnoir qui communique du dehors au dedans ; on ferme la pince et on verse le plomb fondu dans cet entonnoir. Le plomb remplit la cavité sphérique, et se fige par le refroidissement ; on ouvre la pince, et la balle tombe toute formée, excepté une rebarbe qui existe à la jointure des deux mâchoires, et un culot qui remplissait l'entonnoir. On coupe celui-ci avec des cisailles, et on enlève la rebarbe.

La grenaille de plomb se fait en jetant un peu d'arsenic dans le métal en fusion ; puis on verse dans un cylindre dont le fond est criblé comme une écumoire ; le calibre des trous détermine la grosseur des grains, selon l'usage qu'on en veut faire. Cette écumoire est placée à quelques mètres au-dessus d'un vase plein d'eau, qui refroidit le plomb : il faut ensuite trier les grains ronds, et refondre ceux qui ne le sont pas. On s'en sert à la chasse pour tuer les lièvres, les perdrix et autre gibier ; on l'emploie aussi pour rincer les bouteilles, en mettant les grains de plomb avec de l'eau dans ces vases, et agitant vivement. Les grains frottent contre le verre et enlèvent les matières qui y sont adhérentes.

Fusils, Cartouches, Carabines, Canardières.

378. Le canon du fusil de munition se fait avec des barres de fer méplates coupées en tronçons de 3 décimètres : on en met trois l'une sur l'autre pour faire un *lopin*, qu'on chauffe au blanc, et qu'on corroie au martinet. Le forgeage réduit à 4 kilogrammes un huitième le poids qui était de 10 un quart ; on a ainsi une lame nommée *maquette*, longue de 153 centimètres, large de 13 et demi à un bout et de 8 à l'autre. Le premier bout sert à faire le *tonnerre* du canon ; l'épaisseur y est de 1 centimètre, et moitié moindre à l'autre bout.

Cette maquette est roulée en tuyau sur une gouttière en fonte ou en pierre dure, à l'aide de la chaleur et du marteau. On l'achève en faisant croiser les bords qui ont été

amincis. On y introduit une broche un peu conique, et on achève de souder. On fore ensuite le canon avec vingt forêts successifs; ce sont des alésoirs (n° 547) de grandeurs croissantes, ayant soin que l'axe soit juste dans la direction de l'extérieur du canon, qui est ensuite usé sur la meule. On réduit d'abord les deux bouts aux calibres voulus, et on a deux repères qui servent à achever la façon.

Ensuite on soumet le canon à l'épreuve, en l'environnant de précautions qui en ôtent le danger ; et, s'il résiste à la charge, on le regarde comme ayant une force suffisante.

Pour faire des carabines, canardières, et autres fusils à grosse charge ou à *balle forcée*, on tord la maquette en la forgeant à mesure qu'on la roule en tube, afin que le joint de soudure prenne une direction oblique, c'est ce qu'on appelle des *canons tordus*. Quelquefois aussi on raye le canon en dedans avec une machine qui y trace des sillons en hélice, et la balle n'y peut entrer qu'en la forçant avec une baguette d'acier. On appelle ces canons *carabinés*.

Les *canons à rubans*, pour les fusils de luxe, sont faits avec vingt-cinq lames de fer de 2 millimètres d'épaisseur, mises l'une sur l'autre, entre deux autres lames épaisses de 5 : on les lie en faisceau, qui pèse environ 30 kilogr. : ce faisceau sert à faire deux canons. On chauffe à blanc pour souder les lames au marteau, et on étire une baguette qu'on double sur elle-même et qu'on corroie. On chauffe au rouge cerise, par longueurs de 3 décim., et on roule le ruban en hélice sur une broche de fer qu'on retire après chaque chaude. Il faut que les tours de la spire soient aussi rapprochés que possible. On soude ensuite le tout au feu et au marteau de manière à avoir un tuyau. Les lames, devenues fort minces, paraissent à la surface du canon comme un filet de vis très-serré à joints parfaits.

Les fusils à deux coups sortent d'un même faisceau de lames, en roulant le ruban à droite d'un côté, et à gauche de l'autre.

Les canons damassés sont faits de lames alternatives de fer et d'acier ; les veines sont entrelacées ; il faut tor-

dre et forger à plusieurs reprises, rouler et souder le ruban à l'ordinaire.

Les pièces de la platine du fusil, la baguette, la baïonnette, sont forgées selon les procédés accoutumés; elles sont en acier qu'on trempe ensuite en paquet.

Le poids d'un fusil de munition complet, monté sur son bois, est d'environ 7 kilogr., dont près de 5 pour le canon seul. Chargé de 136 grammes de poudre, la balle va *de but en blanc* à 360 mètres de distance ; elle porte jusqu'à 14 à 16 cents mètres, quand on tire sous un angle un peu moindre que 45 degrés. Le bruit de l'explosion d'un fusil est causé par la rentrée de l'air dans le canon, où l'inflammation de la poudre a développé des gaz que leur force expansive chasse au dehors, ce qui produit le vide : c'est à peu près par la même raison qu'on entend un choc lorsqu'on ouvre brusquement un étui.

La batterie d'un fusil est composée de pièces dont voici les fonctions. Lorsqu'on tire une petite languette de fer située sous le bois et qu'on appelle *détente*, on pousse la *gâchette* M (fig. 146); on dégage une *noix* I qui est fortement poussée par un ressort d'acier G; sur l'axe de la noix est monté le *chien* B, qui est sur le côté, et s'abat violemment contre la batterie C. Comme la gâchette est engagée dans les entrailles de la noix I, il suffit d'une légère pression, lorsque le fusil est armé, pour la faire sortir de l'entaille, et rendre au chien la liberté de s'abattre. Ce chien tient une pierre à feu A qui, frappant sur la batterie C, la renverse en avant, en la faisant tourner sur un axe I. Il en résulte une étincelle, qui met le feu à la poudre contenue dans une cupule E qu'on nomme *bassinet*, et qui avant le choc était recouvert par la batterie.

On charge un fusil en mettant un peu de poudre dans le bassinet qu'on referme; puis faisant tomber la charge de poudre dans le fond du canon, et l'y foulant avec la baguette et un petit bouchon de papier par-dessus, on jette la balle ou la dose de grenaille, et on met une seconde bourre. Comme le canon est percé au fond de son tonnerre d'un trou latéral nommé *lumière*, qui communique de la charge de poudre au bassinet, quand le choc de la pierre a mis le

feu à la poudre du bassinet, il prend aussi à la charge, et l'expansion des gaz qui se forment en immense volume chasse le projectile à distance.

379. Dans les *fusils à percussion* ou *à piston*, le chien n'a pas de pierre, mais un goujon qui reçoit une petite charge de poudre fulminante B, fig. 147 (chlorate de potasse, n° 408), enfermée dans un cylindre en feuille de cuivre. Le choc suffit pour faire éclater le sel et enflammer la poudre de la charge, à l'aide d'une communication par la lumière percée sur la pièce C. Ces fusils sont très-commodes à employer, et ne laissent pas craindre que l'humidité extérieure s'oppose à l'effet, parce qu'il n'y a pas de poudre enfermée dans un bassinet. Ils sont aussi plus promptement chargés.

Les fusils de guerre et de chasse se chargent souvent avec des *cartouches* : ce sont des cylindres de papier qui renferment la dose de poudre et de plomb pour tirer un coup. Lorsqu'on veut charger le fusil, on déchire le bout de la cartouche où est la poudre, et on en tire *l'amorce* qu'on verse dans le bassinet; puis on jette la cartouche dans le canon, en entrant d'abord le bout déchiré, et on bourre avec la baguette.

Les *fusils à vent* ont leur culasse creuse; dans cette cavité on foule de l'air avec une pompe. La gâchette, au lieu de faire tomber un chien, soulève une soupape qui est au fond du canon, dans lequel on a jeté la balle et forcé la bourre. L'air comprimé s'échappant avec force par le canon, lance violemment la balle. Cette arme n'exige pas l'emploi de la poudre, et peut tirer successivement plusieurs coups, jusqu'à ce qu'enfin le ressort de l'air renfermé soit affaibli au point de n'agir plus que mollement.

Le *pistolet* est absolument fait comme un fusil, seulement il a de plus petites dimensions.

On fait aussi des fusils qu'on charge par la culasse, laquelle est une pièce séparée du canon et fortement fixée à la crosse. La crosse peut basculer à charnière et se placer à angle droit par rapport au canon, en laissant le tonnerre à découvert; on y dépose la cartouche, et on rétablit la crosse dans sa direction ordinaire, où elle se trouve solide-

ment arrêtée. Cette arme se charge avec facilité et promptitude. On a beaucoup varié la disposition des parties essentielles du fusil ; nous nous bornons à décrire les modifications les plus utiles.

Crapaudines, Limes, Forets, Mèches, etc

380. La *crapaudine* est une pièce en fonte ou acier trempé, qui est creusée en cône ou cylindre pour recevoir le pivot de rotation d'une grille, d'un arbre vertical, etc. : on assure la crapaudine dans un dé en fonte ou en pierre solidement établi.

Comme les ordures salissent souvent la crapaudine, usent le métal et rendent la rotation difficile, on préfère l'appareil représenté fig. 92, qui offre le même système renversé ; c'est le pivot qui est en bas, et la crapaudine est fixée au bout de l'arbre tournant.

381. La lime sert à ajuster et polir à froid les surfaces des métaux, des os, du bois, etc. ; on la fait en bon acier. Il y en a de carrées (*carrelets*), de triangulaires (*tiers-points*), de rondes (*queues de rat*), de demi-rondes, de pointues, etc. Les plus usitées sont plates, à quatre arêtes à peu près parallèles. Les *limes en paille* sont à denture grosse et moyenne, et en acier naturel ou cémenté ; les fines sont en acier fondu. La lime est terminée par une queue ou *soie* non trempée qui sert à l'emmancher. Les meilleures limes sont celles de France par Raoul, destinées à l'horlogerie et aux ouvrages délicats ; ensuite viennent celles de Sheffield en Angleterre, où il s'en fait des quantités considérables : on y emploie l'acier fondu d'Huntzmann (nº 347) ; enfin viennent en troisième ordre celles d'Allemagne, de France...

Le forgeron commence par chauffer son acier et étirer au marteau le corps de la lime sur une enclume ; tant que l'acier paraît rouge, il bat sans jamais mouiller. Il présente la pièce à un calibre placé près de lui, jusqu'à ce qu'elle en ait pris la forme. Il chauffe de nouveau, dresse la pièce et fait la soie ; ensuite il passe à la meule pour effacer les inégalités, et on mouille dans une eau chargée de chaux, pour empêcher l'air d'altérer la surface.

La taille se fait en maintenant la pièce sur une enclume avec une courroie double passée sous le pied. Après avoir ôté la chaux et graissé de sain-doux, l'ouvrier tient d'une main un ciseau, et de l'autre un marteau, et pratique une série d'incisions obliques et parallèles : l'habitude donne à ce travail une régularité qu'on n'a pas encore pu obtenir des machines, avec économie. Après avoir fait un premier rang de tailles, il les croise par un second rang, puis il enduit encore de chaux.

De la trempe de la lime dépend sa bonne qualité. On la nettoie, et pour garantir les dents du coup de feu, on recouvre au pinceau d'un enduit composé où il entre de la suie, du sel, etc.; on sèche et on chauffe au feu de coke ou de charbon de bois; puis prenant les limes une à une, l'ouvrier les redresse s'il en est besoin, et les plonge dans l'eau : il a soin d'entrer lentement le premier tiers, et rapidement le reste, excepté la soie, qui doit être non trempée; il ne reste plus qu'à nettoyer les limes, mettre en paquet, etc.

382. Les outils propres à percer ou couper sont faits en acier fondu, les plus grossiers en acier de cémentation. On chauffe, on forge au marteau, sur une enclume, de manière à obtenir la forme d'un calibre en fer sur lequel on applique la pièce. On trempe ensuite très-dur, excepté la soie qui sert à emmancher l'outil, et qui souvent est une broche de fer soudé.

Les forets (fig. 58) servent à trouer le bois, le cuivre, le fer, etc.; les gros se font avec de vieilles limes. On aplatit le bout et on lui donne la forme de *grain d'orge* A, c'est-à-dire qu'on les élargit en triangle plat, présentant la pointe en avant et dans l'axe. On y pratique deux biseaux qu'on rend coupants sur la meule. La queue B est quadrangulaire, et s'ajuste avec une vis de pression au manche d'un *vilebrequin* (fig. 59).

Cet instrument est formé de deux pièces; l'une BCD demi-circulaire, l'autre AB est le manche qui s'y ajuste de manière à permettre la rotation de la première autour de l'axe ABD. En D, on adapte avec une vis de pression la queue du foret DF. Pour opérer avec cet outil, on pose la

pointe F sur le lieu qu'on veut percer, et contre lequel on presse, en poussant le manche ; on saisit en C la partie courbe, et on la fait tourner autour de l'axe ABD qui est dans la direction du foret. Il faut huiler la pièce à percer, si c'est un métal ; on graisse seulement le foret pour percer le bois ; mais il faut le retirer du trou de temps à autre pour en dégager la sciure.

On perce aussi à l'*archet* (fig. 67) ; c'est une tige flexible ABC en acier, en bois ou en baleine, qui est pourvue à un bout d'un manche D. Une corde à boyau AC fixée à ce bout, et dont on passe la boucle de l'extrémité dans une encoche C de la tige, se tend en ligne droite, et fait prendre à la tige la figure d'un arc. On tortille un tour de la corde sur le corps *m* qu'on veut faire tourner, et qui, dans le cas où l'on veut percer avec un foret, est appelé *cuivrot;* c'est une petite poulie en cuivre sur laquelle est monté le foret. En poussant le manche alternativement en avant et en arrière, la corde se promène sur la gorge du cuivrot, en le faisant tourner ainsi que le foret. On voit donc qu'en appuyant la pointe sur un corps, ce mouvement de pirouette rapide doit percer ce corps.

On perce aussi avec l'instrument appelé *trépan* (fig. 60) : c'est un fût *a*B, terminé par un foret B ; une traverse *bb* est jointe au sommet A par deux cordes *ab*, et laisse au fût un libre passage dans un trou qui la perce. Le mouvement qu'on donne dans le sens vertical à la traverse produit la rotation du foret, et le volant ED la conserve.

C'est à peu près ainsi qu'on perce un corps à l'aide du tour. Pour empêcher le bois d'éclater, on fait d'abord un trou plus petit, qu'on agrandit ensuite avec un plus gros foret ; mais alors la pointe de celui-ci est remplacée par un *goujon* ou cylindre de la grosseur du premier trou, qui sert à guider le foret dans l'axe.

Le *tourne à gauche* est un instrument formé d'une charpente verticale en fer, qui a au milieu une grosse vis, entrée dans son écrou fixé à la charpente. En faisant tourner peu à peu la vis avec un manche en forme de *béquille* qui en garnit la tête, on peut presser autant qu'on veut le bout de la vis contre la pièce qu'on veut percer. On adapte un

foret à ce bout de vis, et on le fait tourner avec un levier, en même temps qu'on en fait presser la pointe sur le corps à percer.

Les *vrilles* sont des tiges d'acier dont la pointe est façonnée en vis : un peu au-dessus est une partie élargie en cuiller, dont les bords sont tranchants. La vrille qu'on fait tourner perce d'abord un petit trou, et la cuiller l'agrandit ; la sciure est reçue dans la concavité. Il faut de temps à autre retirer la vrille pour enlever cette sciure. On a soin de graisser un peu cet outil. Pour faire tourner commodément la vrille, son bout est aplati, et on l'entre dans un manche en béquille ; c'est une sorte de levier qui aide à la rotation.

Les *mèches* sont destinées à percer de gros trous, en agissant à la manière des rabots. Sur l'axe est une pointe *ad* qui sert de guide, et de chaque côté un biseau tranchant *ab*, *ac* (*Voy*. fig. 61 et 62). Lorsqu'on fait tourner cette mèche avec un vilebrequin, en l'appuyant sur un corps, les biseaux présentent chacun leur tranchant sur la surface, et la rabotent, enlevant des copeaux circulaires.

Dans les ateliers, on est toujours pourvu d'un grand nombre de vrilles, de forets, de mèches, ayant toutes les grandeurs, pour choisir celle qui convient au trou qu'on veut percer. On les affûte sur la pierre à l'huile quand ils cessent de mordre.

Le *burin* est un brin d'acier fin trempé très-dur, dont on rend le bout coupant en le passant sur la meule et la pierre à l'huile. Les gros burins servent dans la serrurerie à mordre le fer, en faisant marcher la pièce sur le tour, et tenant le burin fixe; on les emploie aussi à roder des tubes de métal, à forer les canons, à rendre bien uni et bien régulier l'intérieur des cylindres des machines à vapeur ; on leur donne alors le nom d'*alésoirs* (Voyez n° 547). Le tourneur se sert du burin pour mordre le bois circulairement sur le tour. Enfin cet outil est d'un usage perpétuel. Sa fabrication ne présente rien de différent de ce qu'on a dit ci-dessus.

Les graveurs sur cuivre se servent de burins fins et déliés. Ce sont des tiges quadrangulaires d'acier depuis 2 jusqu'à

4 millimètres d'équarrissage, selon que les traits qu'on veut faire sont plus ou moins fins. On use le bout de manière à y former une facette oblique dont une arête est saillante. On use aussi les faces de cette arête, le tout sur la pierre à l'huile, pour rendre la pointe coupante par deux de ses faces. La queue ou soie est entrée dans une petite pomme qui est le manche. L'artiste met cette pomme dans le creux de la main, et tient le burin entre ses doigts allongés; puis posant, presque à plat, l'arête coupante sur la surface du métal, et la conduisant sur le trait de dessin qu'il veut graver, il attaque légèrement le métal, en enlève de petits copeaux, et forme les creux que l'encre doit remplir, pour tirer les épreuves par pression.

Beaucoup d'arts emploient aussi ce burin. Les horlogers s'en servent pour tourner leurs pivots à l'archet.

La *fraise* est un petit outil en acier fin, trempé très-dur, de forme conique, taillé en lime dans le sens des arêtes du cône, et qui sert à évaser l'entrée des trous, pour y loger un rivet, ou la tête d'une vis. On s'en sert comme d'un foret. On adapte la fraise au vilebrequin, à l'aide d'une queue carrée à son bout, et on fait tourner l'outil en poussant la fraise dans le trou qu'on veut élargir : les tailles de la fraise sont alors droites; mais on les fait en rochet, lorsqu'on veut manœuvrer avec l'archet, qui fait prendre à l'outil des mouvements de rotation dans les deux sens.

L'*emporte-pièce*, le *découpoir*, sont des outils tranchants en acier, dont la forme est appropriée à l'objet qu'on veut tailler : on en pose le bord coupant sur la tôle, et on frappe un coup sec sur le bout du manche; la pièce est ainsi découpée, et il ne reste qu'à l'ébarber, l'écrouir, la tremper, la polir, etc. C'est ainsi que sont faits les maillons des chaînes de fusée des montres. (*Voyez* p. 154.)

Filières, Vis.

383. Il y a des filières simples et il y en a de taraudées. Les premières sont un trou conique, de calibre convenable, percé dans une plaque d'acier fondu, qu'on trempe

ensuite de tout son dur ; on fixe cette filière sur un corps inébranlable. On amincit le bout d'une barre ou d'un fil de métal, qu'on entre dans le trou de filière ; on le saisit avec une pince, et en le tirant de force pour le faire passer par ce trou, qu'on a soin de graisser, on diminue l'épaisseur du fil. La partie évasée du trou conique reçoit le métal refoulé et facilite le tirage. Ce métal s'amincit et prend le diamètre du petit trou sur lequel on le force à se mouler. Quand le fil est d'un fort diamètre, la tenaille qui le saisit recule en arrière, et fait passer dans la filière une longueur de fil égale à sa course. Par un mécanisme particulier, la tenaille s'ouvre, quitte le fil, va le saisir plus près de la filière, recule de nouveau en étirant le fil, et ainsi de suite. On fait passer le fil par des filières successivement plus petites, en présentant ce fil par le même bout, pour qu'il soit tiré dans le même sens. (V. *Tréfilerie*, n° 530.)

Comme dans cette action la pression sur le fil est considérable, on le voit s'échauffer et même rougir : cette chaleur détrempe la filière peu à peu, et la déforme. Il devient nécessaire de la réparer et retremper de temps à autre, sans quoi le fil serait très-inégal. Il faut aussi recuire souvent le fil pour l'empêcher de casser quand on l'étire.

Mais quand le diamètre a été réduit à être déjà suffisamment mince, pour continuer de l'amincir davantage et de plus en plus, on n'a plus besoin d'autant de force, et le fil se développe sur un treuil par une action continue, à l'aide du *banc à tirer*. (*Voyez* n° 530.)

Les filières taraudées sont destinées à faire des vis. On pratique d'abord, dans une plaque d'acier, des trous de diamètres décroissants, sur deux rangs, et on ménage une queue à la plaque pour servir de manche. On taraude les trous avec une *mère*, cylindre d'acier dur revêtu de son filet de vis. On lime ensuite ce taraud en deux ou trois endroits parallèlement à l'axe, pour rendre coupants les bords du filet de vis, et loger dans l'intervalle les copeaux qu'il enlève. On lime souvent les mères en hélice.

On entre ce taraud dans le trou de la plaque qui répond à son calibre, en tournant comme pour faire entrer une vis dans son trou. L'acier rongé par le taraud se façonne en

écrou ; on élargit ensuite un peu l'orifice d'entrée du trou, et on trempe la plaque. La même filière a divers trous ainsi taraudés pour des calibres croissants.

Pour faire une vis, avec un morceau de fil d'acier de grosseur convenable à l'objet, on fait entrer de force ce fil dans la filière taraudée, en tournant celle-ci, et maintenant le fil fixe dans un étau. La filière est manœuvrée à l'aide de son manche, qui sert de levier. On aplatit ensuite le bout de la vis avec un marteau pour faire la tête, et on y pratique, avec une lime tranchante, une fente diamétrale, pour recevoir le bout du tourne-vis.

Pour faire les grosses vis, on donne au trou taraudé le pas qu'on désire, comme ci-devant; mais la pièce qui reçoit ce trou est coupée en deux, formant des espèces de mâchoires, qu'on approche ou éloigne l'une de l'autre, et qu'on retient en place avec des vis de pression, pour donner au trou le diamètre qu'on veut. C'est ce qu'on appelle une *filière à coussinets*. On proportionne la distance entre les deux coussinets à la grosseur de la tige de la vis.

On peut encore monter le fil d'acier sur le tour et lui donner un mouvement de rotation, en même temps qu'un autre de va-et-vient. C'est ce qui s'opère par le mécanisme même dont le tour est pourvu. Alors la filière reste fixe. Les vis en bois les plus fortes se font par ce procédé. (Voy. *Tour*, nº 544.)

Le *taraud* qui sert à faire soit les écrous, soit les filières, est exécuté en montant un fil cylindrique sur le tour, auquel on donne les deux mouvements dont on vient de parler, et mordant la surface avec une griffe coupante. Après quoi on incise longitudinalement les spires de la vis ainsi formée, afin de pratiquer des gouttières pour le passage des copeaux de fer, de cuivre, de bois, etc.

Les vis à bois ont les filets triangulaires pour offrir plus de résistance, parce que les fibres longitudinales céderaient trop aisément sous l'effort. On fait ces vis sur le tour; mais on a aussi des filières en bois percées dans une plaque; le trou est d'abord cylindrique, d'un diamètre égal à celui du noyau de la vis; on le taraude ensuite. Puis sur une face de la filière, on adapte un fer tranchant ayant la

forme d'un V, qui coupe le bois de la vis, à mesure qu'on le fait entrer dans le trou, en tournant, comme pour les vis en fer. Cette pièce en V est maintenue par une queue qui perce le bois, et un écrou de l'autre côté de la plaque. On met en outre, par-dessus ce fer en V, une plaque de bois percé devant la lumière, et qu'on fixe par des vis. Le noyau est d'abord sillonné en hélice avec une scie, et le fer en V tranche le creux des filets. Les grosses vis des presses sont taillées de la sorte par deux fers, l'un en demi-cercle qui commence la vis, et l'autre par une pièce en V qui la finit.

Faux, Scie.

384. La faux est une grande lame mince et pointue AB (fig. 45), tranchante sur le bord concave, ayant au dos une nervure, et portant à un bout une douille B pour l'attacher, avec une virole et un coin, à l'extrémité d'un manche en bois BC de près de 2 mètres de long. Elle est en acier trempé doux, et n'a que 2 millimètres d'épaisseur. Elle sert à couper les tiges des herbes. (*Voyez* page 38.)

On consomme par an environ douze cent mille faux en France; l'Allemagne les fournissait il y a peu d'années; on en fait actuellement de très-bonnes à Toulouse et à Foix. On prend des barreaux d'acier de 3 à 5 centimètres d'équarrissage; on les étire en lames au martinet, et on corroie seize de ces lames mises en paquet l'une sur l'autre; on coupe ensuite ces barres à 6 décimètres de long pour fabriquer l'*étoffe*.

Quant au tranchant, il doit être en acier fin qu'on étire et qu'on soude à plat sur l'étoffe; il entre pour un tiers dans le poids total. On ébauche ensuite au martinet, opération qui exige beaucoup d'adresse, et on termine ensuite par plusieurs opérations semblables. On chauffe au rouge blanc et on trempe dans un bain de graisse; puis on chauffe de nouveau et on trempe dans l'eau froide : enfin on recuit au bleu, on redresse au martinet les lames faussées, et on passe à la meule.

Pour aviver le tranchant, le moissonneur le frappe au

marteau, à petits coups, sur une enclume portative, et ensuite il le passe à la pierre à l'eau. Les faucheurs sont toujours munis de leur marteau, leur enclume, leur pierre et un vase conique où la pierre est plongée dans l'eau; car ce repassage se fait très-fréquemment.

385. La principale partie d'une scie est une lame d'acier fin très-mince, qu'on a passée par divers laminages, jusqu'à ce qu'elle soit réduite au peu d'épaisseur nécessaire pour qu'elle conserve de la consistance; on la taille à deux bords parallèles avec une cisaille, sous une largeur qui dépend de son usage; on la finit à la meule, on la trempe et on la revient.

Pour que la scie coupe, il faut tailler son bord en dents dont la forme varie selon les cas. Pour scier les bûches, on fait ces dents en triangles isocèles; celles des menuisiers sont à dents en triangles rectangles; celle des *scieurs de long* a les dents crochues, etc. Les dents se font à la lime, en rendant les bords coupants, tous dans le même sens. On déjette un peu les dents à droite et à gauche alternativement, pour former la *voie* de la scie, c'est-à-dire un espace plus large que la scie n'est épaisse, afin qu'elle puisse jouer librement. La scie pour couper les pierres n'a pas de dents.

La lame de scie est maintenue dans une monture dont la forme change avec l'usage; il y a des scies à main, à archet, etc. La figure 68 représente celle du menuisier. La lame CD est attachée à chaque bout, par un clou entré dans un œil au bout de la lame, aux extrémités des manches A C, B D; une barre EF, à deux biseaux, est entrée dans des encoches; et la lame est tendue à volonté par une corde double AB, qu'on tortille à l'aide d'une queue GH, qui butte contre EF. (*V.* n° 534.)

Grattoir, Brunissoir.

386. Ce sont des instruments en acier fin trempé très-dur. Le grattoir est à deux, trois ou quatre arêtes tranchantes aiguisées sur la pierre : sa forme varie avec les

usages qu'on en fait. Il sert à gratter les fautes sur le papier, à enlever les rebarbes du burin sur le cuivre, à planer les planches de ce métal, à effacer les faux traits, etc.

Le *brunissoir* a la forme ovoïde aplatie. Son usage est de polir les métaux, non pas en usant leur surface, mais en aplanissant les inégalités. L'orfévre brunit les pièces d'argenterie; l'argenteur et le doreur, les surfaces qui doivent être recouvertes d'argent ou d'or non mat; le planeur pour polir les planches de cuivre destinées à la gravure; le relieur pour polir la tranche des livres, etc. Quelquefois le brunissoir, au lieu d'être en acier, est une dent de loup ou de chien, ou bien il est taillé en *sanguine* (nos 230 et 234). En général, pour brunir un métal, il faut le mouiller d'eau, ou d'un corps gras, ou d'eau de savon, etc.

Nous ne donnerons pas d'explication relativement aux innombrables outils de fer et d'acier qui sont en usage dans les arts : cette matière serait inépuisable, parce que la forme de ces outils varie de mille manières, selon les usages auxquels on les destine. Ce que nous avons exposé sur les outils les plus employés suffira pour faire concevoir les autres, sans qu'il soit nécessaire d'en donner de description.

X. SUBSTANCES CHIMIQUES.

Soufre.

387. Substance jaune, solide, moins dure que la pierre, pesant deux fois autant que l'eau sous même volume (le centimètre cube pèse 2 grammes), se fondant à une chaleur un peu supérieure à l'eau bouillante, brûlant avec une flamme bleue, avec l'odeur suffocante que tout le monde connaît. Le soufre se volatilise quand on le chauffe sans le contact de l'air, et se condense sous forme de poudre qu'on appelle *fleurs de soufre*.

Le soufre *natif*, ou à l'état naturel et pur, se trouve en beaucoup de lieux, disposé en lits, et en *rognons* ou amas plus ou moins volumineux, parmi les pierres à plâtre et à chaux, le sel marin, etc.; mais c'est principalement dans

les terrains volcaniques qu'on le rencontre, et d'où on l'extrait. Il se dépose en croûtes et concrétions salines, et se mêle aux matières terreuses des lieux voisins des vieux cratères. On donne le nom de *solfatares* à ces soufrières naturelles; celle de Pouzzoles, près Naples, est exploitée de temps immémorial, et se reproduit sans cesse. Le soufre des volcans d'Islande se forme autour des montagnes brûlantes, et se renouvelle si rapidement, qu'un an après qu'on l'a extrait à la profondeur d'un mètre et plus, on en trouve tout autant à la même place.

A Naples, en Russie, en Sicile, en Islande, en Amérique, on exploite le soufre, en le fondant dans des creusets, d'où on le fait écouler pour le séparer des matières terreuses. Le commerce nous le livre en canons et en fleurs, préparations qu'on fait à Marseille, en fondant et coulant le soufre dans des lingotières, ou en le volatilisant. Dans les usines de Suède, d'Angleterre et d'Allemagne, on retire le soufre d'un minéral appelé *pyrite*, qui est une combinaison de soufre avec le fer ou le cuivre : il suffit, pour cela, de le distiller à vases clos, comme p. 139.

Les usages du soufre sont nombreux; on en fait des mèches pour muter les vins (*Voy.* p. 128), de l'acide sulfurique; il entre dans la poudre à canon; on s'en sert pour soufrer des allumettes, pour sceller le fer dans la pierre, etc. En exposant la gaze, la soie, les chapeaux de paille, le linge taché par les fruits....., à la vapeur du gaz sulfureux qui s'exhale du soufre allumé, on enlève les couleurs de ces substances. Quand le feu prend à la suie d'un tuyau de cheminée, le plus sûr moyen de l'éteindre est de jeter de la fleur de soufre dans le foyer. Quand on plonge dans l'eau froide du soufre qu'on a tenu longtemps en fusion par une douce chaleur, il devient rouge et ductile comme la cire, et sert à prendre l'empreinte des médailles : il retrouve plus tard sa solidité primitive.

Nitre ou *Salpêtre*.

388. C'est un sel blanc, d'une saveur fraîche et piquante, qui fuse au feu et l'active. Il existe, en nature, à la sur-

face des vastes sables au Bengale, en Perse, en Arabie, en Espagne, près de Naples, etc. Il se présente en filaments sur certains murs, d'où on l'enlève avec des houssoirs; il existe dans le platras des lieux habités, des écuries, des caves. Les *salpêtriers* enlèvent ces débris, les broient, les *lessivent*, c'est-à-dire font passer lentement, à travers leur masse, de l'eau à diverses reprises (opération semblable à celle qu'on fait pour blanchir le linge, nº 160), et retirent le nitre de ce liquide, en le débarrassant des sels qui y sont mélangés. Après avoir filtré la solution, ils y ajoutent de la potasse, filtrent de nouveau, et font évaporer. Par des cristallisations et évaporations successives, ils obtiennent le nitre de première, seconde, troisième et même quatrième cuite; ce dernier est le plus pur.

Le salpêtre est employé à faire la poudre à canon, l'eau forte ou acide nitrique; il entre dans la composition de quelques verres; il sert aux salaisons, en teinture, en médecine.

Soude, Potasse.

389. La soude, qu'on appelle dans le commerce *barille*, se prépare souvent en brûlant dans des fosses une plante appelée *soude*, et autres végétaux du bord de la mer. On obtient, au lieu de cendres, une masse dure, noirâtre, sur laquelle se forment des efflorescences blanchâtres : c'est la soude du commerce. Une vallée d'Égypte, à vingt lieues du Caire, abonde en soude appelée *natron* : ce sel s'y reproduit sans cesse naturellement. Cette soude, celle d'Alicante, de Narbonne et de Noirmoutiers, sont les plus estimées.

La soude est un *alcali*, comme la potasse, et peut souvent la remplacer : elle sert à la fabrication du verre blanc et du savon dur, du borax, aux teintures, en pharmacie, etc. (*Voy.* ces articles.)

Comme le sel marin est un composé de soude et de chlore, on a imaginé de le décomposer par l'acide sulfurique qui chasse le chlore, et produit, par cristallisation, du *sel de Glauber* ou *sulfate de soude* qu'on mêle à la craie et au

charbon : en calcinant, lessivant à froid, on le débarrasse de l'acide sulfurique, et la soude est obtenue seule. Ce procédé a rendu de grands services à la fabrication des savons. La liqueur qui résulte de l'opération est de l'acide hydrochlorique (nº 405). On fabrique dans quatre ateliers de Paris plus de 2 millions de kil. de soude brute ; on en emploie beaucoup davantage à Marseille pour faire les savons. La France en consomme plus de 60 millions de kilog.

390. La *potasse* est le résidu de la lessive des cendres de bois neuf et de presque tous les végétaux. (*Voy.* ce qu'on en a dit, page 141.)

Quand on mêle de la chaux à la dissolution d'un alcali dans l'eau, la lessive devient *caustique* ou brûlante. La *lessive des savonniers* se fait ainsi avec de la soude et de la chaux.

Borax.

391. Sel blanc, à cassure grasse, qui se boursoufle et se vitrifie à la flamme d'une bougie, dont la saveur est urineuse et styptique. On le trouve dans certains lacs du Thibet, d'où on le tire sous le nom de *tinckal*. On l'épure en Hollande, et ce n'est qu'en cristaux que le commerce le présente. Les fabriques de borax font cette substance en combinant la soude avec l'acide borique, qu'on trouve dissous dans des lacs en Toscane...

Le borax sert, dans les manufactures de verre, à rétablir la fusion lorsqu'elle tourne mal : on l'emploie à faire couler les soudures de l'or, de l'argent, du platine, du fer et du cuivre. Les peintres sur porcelaine en font usage pour faciliter l'application de l'or et des couleurs. On en fabrique des verres blancs, des émaux, des vernis de poteries fines, des pierres précieuses artificielles, etc.

Vitriol ou *Couperose verte.*

392. Sel d'un vert clair, d'une saveur très-astringente, soluble dans l'eau, qui *s'effleurit* à l'air et se couvre de taches ocreuses. On ne le rencontre pas dans les mines

en assez grande quantité pour en faire l'exploitation. C'est surtout à Alais et à Newcastle qu'on le fabrique avec les *pyrites de fer*, pierres composées de fer et de soufre, qui ont l'aspect, la couleur et le brillant du laiton poli. On les arrose à l'air pendant environ un an; ensuite on lessive et on fait cristalliser (*Voyez* page 20, et ci-après). Ce sel sert à faire de l'encre, à teindre en noir et à composer le bleu de Prusse. Lorsqu'on le fait calciner, il ne reste qu'une poudre rouge nommée *colcothar*, qui est du fer très-oxydé (n° 230).

Vitriol ou *Couperose bleue.*

393. Sel d'un bleu d'azur, soluble dans l'eau, très-fusible au feu, qui le rend blanc bleuâtre. On le trouve rarement dans les mines; il est dissous dans les eaux des mines de cuivre; mais le commerce ne le tire que de la décomposition des *pyrites de cuivre*, traitées comme on a dit de celles de fer. Il sert à la teinture des étoffes et à la préparation des cuirs noirs, au chaulage du blé, à faire des cendres bleues et du verre de Schéele pour les papiers de teinture, etc.

Vitriol ou *Couperose blanche.*

394. Se tire des pyrites de zinc, ou combinaisons de ce métal avec le soufre, traitées comme ci-devant. Ce sel est blanc, lourd, styptique, soluble dans l'eau. On le prépare à Goslar en Allemagne. Il rend les huiles siccatives comme les oxydes de plomb, et est employé à cet usage dans la peinture.

Sel ammoniac.

395. Sel blanc, cristallin, se sublimant sous forme de vapeurs blanches, répandant une odeur âcre, irritante et urineuse quand on le triture avec la chaux, et soluble dans l'eau. On le trouve dans les volcans, houillères et solfatares, mais en trop petite quantité pour suffire aux besoins. En Égypte, on le prépare en brûlant les fientes de chameaux,

et sublimant la suie qui en provient. On le forme en France avec les substances animales sans valeur qu'il utilise, telles que les déchets de laine, de soie, de cuir, divers débris d'animaux, les os, le sang, les débris de peaux, les poils, etc. On les soumet à une forte chaleur dans des cornues de fonte, et par des procédés compliqués, on le retire des eaux d'épuration du gaz d'éclairage.

Le sel ammoniac est vendu en gros pains aplatis; il sert à décaper les métaux qu'on veut souder ou étamer, à aviver certaines couleurs, à argenter ou plutôt étamer le cuivre, etc. En le triturant avec la chaux, il dégage le *gaz ammoniac* ou *alcali volatil*, d'une odeur suffocante, et qui se dissout dans l'eau; on s'en sert en teinture et en médecine.

L'ammoniaque sert à la teinture, où il a remplacé l'urine putréfiée si dégoûtante et si variable dans ses effets; il sert à la préparation de l'orseille indigène et du carmin, à la fabrication des fausses perles (*Voyez* p. 202), à la médecine.

Alun.

396. L'alun est un sel blanc, transparent, soluble dans l'eau, d'une saveur analogue à celle de l'encre. On le trouve à la Solfatare et près d'autres volcans, où les feux souterrains le font effleurir à la surface. Alors il ne faut que le purifier en le lessivant, puis faisant cristalliser par évaporation. On trouve aussi des mines d'alun en divers lieux, et particulièrement à la Tolfa, près de Rome : le minerai est blanc, dur, farineux, compacte; comme l'alun s'y trouve très-mélangé, il faut le purifier. Pour cela, on le concasse et on le calcine au feu; puis on l'arrose à l'air, et peu à peu on le réduit en pâte : l'opération dure environ deux mois. Il ne reste plus qu'à lessiver et à faire évaporer; bientôt les cristaux d'alun se forment, et on laisse l'opération s'achever. Il faut ensuite purifier ce sel en le faisant redissoudre dans l'eau, recommençant la cristallisation, avec addition de potasse ou d'ammoniaque. C'est ainsi que se fait l'*alun de Rome*, le plus pur de tous, et longtemps le

plus estimé, parce qu'il est exempt de vitriol de fer. En le calcinant, on forme l'*alun de roche*.

Près Liége, et en divers lieux où abondent les pyrites et l'alumine, on fabrique l'alun ; on fait des tas de ce minerai, entremêlés de bois auquel on met le feu. La combustion est très-lente ; on lessive, on fait évaporer le liquide, et on obtient les cristaux ; mais comme cet alun est impur, on le dissout de nouveau, et on recommence la cristallisation, en ajoutant de la potasse ou de l'ammoniaque.

L'alun est d'un usage fréquent dans les arts. Il sert au travail des peaux, à la fabrication des papiers pour les empêcher de boire ; il donne de la fermeté au suif des chandelles ; il sert aux salaisons des poissons, en médecine, et principalement comme mordant pour teindre les fils et tissus. On sait que la présence du fer dans l'alun est, dans ce dernier usage, un grave inconvénient ; du reste, on peut indifféremment employer l'alun de potasse ou d'ammoniaque.

Acétate d'alumine.

397. Cette substance est souvent substituée à l'alun, comme mordant, dans la teinture des toiles. On met fondre de la litharge dans du vinaigre, ce qui produit des cristaux appelés *sel de saturne*, ou *acétate de plomb*. On fait dissoudre séparément ce sel et de l'alun, puis on mêle ensemble ces deux dissolutions. Il se fait un précipité en poudre blanche qui est du sulfate de plomb qu'on rejette, et la liqueur est l'acétate d'alumine.

Tartre.

398. Le vin conservé dépose dans les tonneaux une lie qui est mêlée d'un grand nombre de paillettes ; ces paillettes sont un sel appelé *tartre;* il prend le nom de *crème de tartre*, quand il est purifié, en le fondant à chaud dans l'eau et faisant cristalliser : dans cet état, il est employé à divers usages médicaux, et dans la teinture, la chapellerie,

la dorure. L'*émétique*, le *sel de seignette*, le *sel végétal*, sont des préparations tartriques. En faisant calciner le tartre, ou plutôt la lie du vin, on obtient ce qu'on appelle des *cendres gravelées*, qui ne sont autre chose que de la *potasse*, ce qui a fait donner aussi à cet alcali le nom de *sel de tartre*, tout à fait impropre.

Faites dissoudre 5 grammes d'acide tartrique dans une bouteille d'eau d'à peu près un litre; ajoutez-y 7 à 8 grammes de bicarbonate de soude, et bouchez vite la bouteille, vous aurez une eau gazeuse qui remplacera l'eau de Seltz pour la boisson. Il faut que le bouchon soit très-bon et qu'on le ficelle immédiatement après le goulot de la bouteille, car sans cela tout le gaz s'échapperait et même ferait partir le bouchon.

Argile, Alumine.

399. L'*argile* ou *terre glaise* est une substance grasse, serrée, qui se fend quand elle se dessèche, et qui, posée à sec sur la langue, s'y attache. Pure, les chimistes l'appellent *alumine*. L'argile se trouve en différents lieux dans la terre, où elle forme des lits imperméables à l'eau. Elle est presque toujours mêlée à du sable et à d'autres substances. On la trouve aussi colorée en rouge, en jaune, en brun, en bleu, en vert, etc.; c'est ce qu'on appelle des *ocres*; on s'en sert comme peinture. La matière colorante est ordinairement l'oxyde de fer ou de manganèse. Le principal usage de l'argile est la fabrication des poteries; des manufactures de ce genre s'établissent dans les lieux où la nature a répandu cette espèce de terre. Celle qui est la plus grossière sert à fabriquer des tuiles, des briques, des carreaux. L'alumine jouit de la propriété de se durcir au feu; mêlée à la silice, on en fait des vases, de la faïence, des plats et assiettes, etc. *Voyez* plus loin ces divers articles.

Sel d'oseille, Acide oxalique.

400. Ce sel existe tout formé dans l'oseille, l'*oxalis* et quelques autres plantes. En Suisse, et dans la Forêt-Noire,

on exécute en grand l'opération suivante. On écrase la plante dans un mortier, et on exprime le jus sous une presse, après quelques jours de macération. On délaye de l'argile dans ce jus, et on chauffe légèrement; ensuite on filtre à travers une étoffe de laine. On fait évaporer, puis on laisse le tout en repos pendant un mois : les cristaux se forment. On les redissout dans l'eau pour les laver et purifier par une seconde cristallisation.

Ce sel sert à enlever les taches d'encre. Le sel d'oseille est une combinaison de potasse avec un acide appelé *oxalique*, et aussi *acide du sucre*, parce qu'on l'obtient en faisant agir de l'acide nitrique sur du sucre. On peut aussi employer de la fécule au lieu du sucre. L'acide oxalique cristallise en aiguilles. Il sert à composer une limonade, à rendre les cuivres brillants, à aviver les couleurs de certaines teintures, etc.,...

Hydrogène, Aérostats.

401. L'hydrogène est le plus léger des gaz; il brûle avec lumière quand on l'enflamme en présence de l'oxygène, et même la combustion se fait avec détonation, lorsque ces deux gaz sont mêlés ensemble, du moins quand leurs proportions sont renfermées entre certaines limites. L'hydrogène, appelé aussi *gaz inflammable*, est combiné au carbone dans la houille et sert à l'éclairage (n° 294); il s'exhale de certaines sources et des terrains marécageux où il s'enflamme quelquefois de lui-même, en été, par des actions électriques : on appelle ces incendies *feux follets*; ils sont peu dangereux, et ne donnent qu'une chaleur faible.

Pour se procurer l'hydrogène, on met de la limaille de zinc dans de l'eau, et on y ajoute de l'acide sulfurique : la réaction s'opère, et l'hydrogène crève en torrent de bulles à la surface de l'eau. On fait cette expérience dans un vase clos, et on conduit l'hydrogène, avec un tube, dans le vase destiné à le contenir. La fig. 78 représente l'appareil dont le chimiste se sert pour recueillir les gaz de toute espèce qu'il réussit à mettre en liberté. Le gaz que dégage la cornue B suit le col, l'allonge SN, puis le tube O. Le tube se

recourbe pour entrer sous le vase F qu'on a rempli d'eau et posé sur la planchette EO; cette planchette est percée et recouverte par l'eau dont la cuve P est remplie, et on peut vider l'eau par le robinet G. L'eau est ainsi contenue dans le vase F, où elle reste suspendue par la pression de l'air, comme le mercure dans le baromètre (*Voyez* page 10). Les bulles de gaz arrivent dans le vase F, montent et prennent peu à peu la place de l'eau. Quand le gaz qu'on veut développer est, par sa nature, soluble dans ce liquide, on remplace l'eau par du mercure.

Le gaz hydrogène se développe naturellement dans les mines de houille; on l'appelle *grisou*. Répandu dans l'air, le mélange devient détonant, et si la flamme des lampes de la mine produit l'ignition, la détonation ébranle la terre et la bouleverse, les ouvriers périssent, etc. On évite ces malheurs en aérant sans cesse la mine, et en ne donnant aux travailleurs que des lampes de Davy, dont la flamme est entourée d'une toile métallique à tissu serré, qui ne permet pas au gaz de s'allumer. Cette admirable invention est universellement en usage, et aujourd'hui la détonation du grisou n'arrive plus que par suite d'actes d'imprudence fort rares.

L'appareil C est un tube recourbé qui entre dans la cornue B à travers un trou de son bouchon D. L'acide qu'on verse dans l'entonnoir de ce tube occupe d'abord le bas C, puis s'élève dans la seconde branche, et enfin tombe dans le vase et agit sur les matières qui s'y trouvent, sans que l'air extérieur puisse s'introduire. H est un *tube de sûreté*; le liquide qui emplit la boule empêche l'accès de l'air quand l'action s'opère; et lorsqu'elle est terminée, s'il arrive que le refroidissement du vase B détermine un vide intérieur, ce n'est pas le liquide de la cuve P qui pénètre dans l'espace BN, mais l'air qui rentre par le tube H, en traversant le liquide de sa boule. Ce tube empêche le vase d'être cassé, ainsi que cela arriverait, si le liquide froid de E venait se mêler avec les matières brûlantes du vase B.

402. L'hydrogène sert à remplir les *aérostats*. Comme ce gaz est treize fois plus léger que l'air, lorsqu'on l'enferme dans un ballon de taffetas, il enlève avec lui ce

ballon dans les hautes régions de l'air, et peut même, quand l'aérostat a un volume assez grand, emporter les poids d'une nacelle, d'un ou deux navigateurs, de sacs de sable, etc. Il faut que le taffetas soit rendu imperméable à l'air et au gaz ; c'est pourquoi on l'enduit d'une ou deux couches d'huile siccative de lin. Plus l'enveloppe est légère, et plus le poids qu'on peut ainsi enlever est considérable.

Acide sulfurique ou *Huile de Vitriol.*

403. C'est une liqueur limpide comme l'eau quand elle est pure (les plus petites parties végétales y sont brûlées et la teignent en brun) ; elle est près de deux fois plus pesante que l'eau (1,8 fois), a l'apparence d'une huile ou d'un sirop, est extrêmement corrosive. Elle attire tellement l'humidité de l'air, qu'en vingt-quatre heures elle absorbe le tiers de son poids d'eau, quand on la présente dans un vase ouvert ; en un an elle en absorbe six fois cette quantité. Cet acide est très-usité dans les arts, à cause de son action énergique et de son bas prix. Voici comment on le fabrique.

On a une chambre de plomb formée de lames soudées ensemble ; cette chambre est fixée par des bandes de ce métal aux solives qui l'empêchent de s'affaisser sous son propre poids : l'étendue dépend de celle de la fabrication ; ordinairement elle a 10 mètres en carré sur 5 de hauteur. Le sol, couvert en plomb, est incliné pour donner de l'écoulement aux liquides. Il y a aussi sur le côté une plaque de fonte, sous laquelle est un fourneau. La paroi de la chambre a, au-dessus de la plaque, une porte ayant un carreau qui permet de voir l'intérieur ; et au côté opposé est une soupape pour le renouvellement de l'air.

On recouvre d'une couche d'eau le sol de la chambre de plomb ; on charge la plaque d'un mélange de soufre avec un huitième de salpêtre : on ferme la chambre, et on allume le fourneau. La chaleur enflamme le soufre et le nitre, et les vapeurs se condensent dans l'eau. Quand la combustion est terminée, et que les vapeurs sont condensées, on ouvre la porte et la soupape pour renouveler l'air, enlever le dé-

pôt qui reste sur la plaque (c'est du sulfate de potasse), la charger de nouveau, et recommencer l'opération. On peut en faire trois en vingt-quatre heures.

Au lieu de mêler le nitre et le soufre, on préfère maintenant faire arriver dans la chambre les vapeurs données par l'action de l'acide nitrique sur l'amidon, et qui agissent sur le soufre enflammé; le produit est de l'acide oxalique (*Voyez* sel d'oseille) qui est d'un débit avantageux. Quelquefois aussi on remplace la couche de la chambre par de la vapeur aqueuse qu'on y fait arriver.

On retire la liqueur après trois opérations, avec un siphon ou un robinet; elle est à 40 degrés de l'aréomètre de Beaumé (page 17); c'est de l'acide impur, et trop faible pour le commerce. Par l'ébullition dans une chaudière de plomb, on la concentre à 55°; puis enfin on la porte à 66° dans des cornues de platine, de verre ou de grès. Alors la chaleur a emporté l'excès d'eau, et toutes les vapeurs nitreuses et sulfureuses qui étaient dissoutes; on verse la liqueur dans de grosses bouteilles de grès, recouvertes en paille, appelées *dames-jeannes*, on bouche hermétiquement et on livre au commerce.

L'acide sulfurique sert à la fabrication de l'alun (n° 396), des sulfates, des éthers, du phosphore, et à une foule d'expériences chimiques; on l'emploie en métallurgie, au blanchiment, au tannage, à la teinture; enfin c'est un des plus utiles produits de l'art.

Comme cet acide contient un peu de plomb, lorsqu'on veut l'avoir très-pur, il faut le distiller dans une cornue de verre; il bout à 300 degrés de température. On y introduit des fragments de verre ou de fil de platine, pour empêcher l'ébullition de se faire tumultueusement.

Quant à l'acide sulfureux, gaz qui se forme quand on brûle du soufre à l'air libre, on peut en conduire les vapeurs dans des flacons pleins d'eau où elles se dissolvent. Mais on préfère mettre de la sciure de bois dans de l'acide sulfurique, et chauffer; la réaction dégage l'acide sulfureux qu'on fait arriver dans l'eau. On s'en sert au blanchiment, pour muter les vins, enlever les taches de fruit, etc.

Acide nitrique, Eau forte, Esprit-de-Nitre.

404. C'est un liquide limpide comme l'eau, 1 fois et demi plus pesant qu'elle, très-acide, d'une odeur forte, et qui est excessivement corrosif. Voici le procédé le plus propre à sa production.

Des cylindres de fonte sont disposés horizontalement dans un fourneau; à un bout est un conduit en grès, par lequel on introduit trois parties de salpêtre, et deux d'acide sulfurique concentré; il y a une ouverture où est adapté un tube de verre, pour conduire les gaz. On bouche toutes les jointures de l'appareil, et on fait du feu : il faut modérer la chaleur. Les tubes conduisent les vapeurs dans de grandes bouteilles de grès appelées *tourilles*, où elles se condensent : ces vapeurs, d'abord blanches, deviennent ensuite rouges; alors l'opération est terminée. On délute l'appareil, on retire le sel qui s'est formé (sulfate de potasse), et on charge de nouveau.

L'acide nitrique obtenu est jaunâtre et impur; il faut le distiller dans une cornue de verre pour l'avoir limpide. Celui du commerce marque 36 degrés à l'aréomètre de Beaumé. Il sert à la gravure sur cuivre, à sécréter les poils dans la chapellerie, à la dorure, la teinture, la métallurgie; enfin il a de nombreux usages dans les arts. Quand il est étendu d'eau, les bijoutiers lui donnent le nom d'*eau seconde*.

Acide hydrochlorique ou *chlorhydrique*, ou *muriatique*, *Chlore*, *Chlorures*.

405. Cet acide est un gaz transparent, incolore, qu'on dissout dans l'eau, et qui s'en échappe en vapeurs blanches; il est très-acide, corrosif, attaquant surtout les métaux et les substances végétales. On le prépare en versant de l'acide sulfurique sur du sel marin, et aidant l'action par une douce chaleur. On opère dans un matras comme page 351 et figure 78, et on conduit les vapeurs, par des

tubes, dans des flacons pleins d'eau qui les absorbe : c'est cette opération qui donne aussi le *sel de Glauber* avec lequel on fait la soude (nº 389) : aussi l'acide hydrochlorique est-il le résidu des fabriques de soude. Cet acide est employé dans diverses combinaisons, et principalement, mêlé à l'acide nitrique, il constitue l'*eau régale* (acide *chloro-nitrique*, ou *nitro-muriatique*) qui peut seul attaquer et dissoudre l'or et le platine. Il sert aussi à fournir le *chlore* au blanchiment.

406. Le chlore est un gaz transparent, verdâtre, d'une odeur suffocante, agissant avec énergie sur les couleurs, les métaux (surtout le fer), se dissolvant dans l'eau, très-avide d'hydrogène et l'enlevant à presque tous les corps. Pour l'obtenir, on verse de l'acide hydrochlorique liquide sur de l'oxyde de manganèse noir en poudre : à l'instant les vapeurs se forment, et on les recueille dans des flacons, ou dans l'eau, comme page 351 et figure 78. Un peu de chaleur facilite le dégagement du gaz.

Lorsqu'on produit le chlore gazeux dans une chambre où l'on a exposé de la chaux en poudre, celle-ci l'absorbe et donne ce qu'on appelle du *chlorure de chaux*. Le chlorure de soude s'obtient de même, en se servant de soude au lieu de chaux, et a les mêmes usages.

L'avidité du chlore pour l'hydrogène le rend précieux comme moyen de désinfecter l'air, en décomposant les principes morbides qui s'y trouvent. On s'en sert aussi pour détruire les insectes, les punaises;... comme le chlore est dangereux à respirer, on lui substitue le chlorure de chaux pour désinfecter l'air, les puisards, les latrines, les amphithéâtres, les boyauderies, etc. Le chlore détruit à l'instant les couleurs, et c'est un des agents les plus utiles du blanchiment (nº 163).

Allumettes oxygénées, Phosphore, Pyrophore, Poudre fulminante.

407. Nous décrirons quelques procédés chimiques qu'on emploie pour se procurer du feu.

Les *allumettes oxygénées* ont un bout soufré, qu'on empâte, à l'aide d'une eau gommée, avec une petite boulette de chlorate de potasse et de soufre : on broie ensemble, avec précaution, deux parties de chlorate, une de soufre et un peu de gomme arabique. La chaleur suffit pour enflammer cette pâte, lorsqu'on l'a laissée sécher. L'acide sulfurique détermine cette action, parce qu'il développe le degré de température suffisant pour faire prendre feu au mélange. Comme cet acide ne doit pas être en assez grande quantité pour mouiller l'allumette, ce qui l'empêcherait de brûler, on en met quelques gouttes dans une petite bouteille contenant de l'*amiante*, substance minérale fibreuse qui n'est pas attaquée par l'acide. On presse légèrement le bout de l'allumette sur le fond de la bouteille, et le feu prend sur-le-champ.

Comme les bouchons de liége sont promptement rongés par l'acide sulfurique, et que cet acide attire l'humidité de l'air, et perd bientôt sa propriété en s'étendant d'eau, il faut clore avec soin le flacon, et même enduire le bouchon de suif. Les flacons fermés par un bouchon de verre, rodé avec de l'émeri, doivent être préférés.

On fait actuellement beaucoup usage d'*allumettes chimiques* ou *d'Allemagne*, que le simple frottement enflamme. On met du phosphore et de l'eau dans une bouteille; on fait fondre le phosphore par la chaleur, et on agite vivement pour en faire un mélange intime avec l'eau. On y ajoute du soufre en fleur, de la gomme ou de la gélatine, et un peu de chlorate de potasse. Le tout étant broyé avec précaution forme une pâte dans laquelle on trempe le bout soufré d'une allumette; on fait sécher. Pour avoir du feu, il suffit de frotter ce bout sur une surface rugueuse, telle que du drap, du sable collé sur du bois, ou de la poudre de verre retenue sur du papier par de la gomme, etc.

408. Le *phosphore* mis dans une bouteille avec une quantité à peu près égale de sable fin, donne aisément de la lumière : on expose la bouteille à la chaleur pour faire fondre le phosphore, le bien mêler au sable, et le faire coller aux parois, quand le refroidissement le fige. On doit boucher avec soin le flacon ; un tube de verre avec un bou-

chon de liége suffisent pour cet objet. Pour obtenir de la lumière, il faut gratter le phosphore avec le bout d'une allumette soufrée ; en la retirant du flacon, elle prend feu sur-le-champ. Et si l'effet tarde à se produire, on frotte sur du liége, du drap, du bois, ou quelque surface un peu rude.

C'est avec le chlorate de potasse qu'on fait les amorces des fusils à percussion, et des bombons qui détonent lorsqu'on déchire leur papier d'enveloppe. Ce sel prend feu par le moindre choc, ou même par le frottement. Pour faire ces produits, on broie le chlorate humide avec un peu de fleur de soufre et de gomme arabique. On peut remplacer le soufre par du sucre ou de la poudre à canon. Cette dernière composition est préférée pour les *poudres fulminantes*. Un mélange de salpêtre et de phosphore produit le même effet.

On fait le chlorate de potasse en développant du chlore (n° 406), et faisant arriver ce gaz dans un flacon où l'on a mis une dissolution de potasse dans l'eau. Il se forme d'abord du chlorure de potasse, ou *eau de javelle;* mais bientôt le sel se dépose peu à peu au fond du flacon en aiguilles. On le redissout dans l'eau bien chaude, et il cristallise sous forme d'écailles très-blanches.

Le *phosphore* est un corps blanc, demi-transparent, de consistance de cire, se fondant à 34 degrés de Réaumur, se volatilisant à 160°, en répandant une odeur d'ail. Il est lumineux et brûle dans l'air. Pour l'obtenir, on calcine des os à blanc, on les pulvérise, et on délaye dans l'acide sulfurique : ensuite on filtre, et on fait évaporer la liqueur, jusqu'à consistance de sirop. Enfin on y ajoute de la poudre de charbon, et on soumet au feu dans une cornue de grès : le phosphore se volatilise, et on le recueille en le condensant.

409. Le *pyrophore* se fait en fondant au feu et remuant dans une cuiller de fer, parties égales d'alun et de sucre pulvérisés. On met la poudre noire qui en résulte dans une fiole à demi bouchée, qu'on chauffe au bain de sable. Il se dégage un gaz (oxyde de carbone), et au bout de vingt minutes, lorsque tout le gaz est sorti, on bouche la fiole :

et on laisse refroidir. Cette poudre, appelée *pyrophore*, prend feu au contact de l'air humide, ou du souffle qu'on expire dessus. On peut aussi faire le pyrophore avec trois parties d'alun et une de farine.

On a divers autres moyens chimiques de se procurer de la lumière ; les précédents sont les plus usités. En mettant une partie de phosphore dans un flacon avec six parties d'huile, et faisant fondre au feu, le phosphore se dissout, et quand on débouche le flacon, le liquide devient assez lumineux pour se conduire dans l'obscurité, et même lire les gros caractères.

410. Dissolvez de l'argent dans de l'acide nitrique, et mettez-y un peu de chaux, il se formera un précipité, qui est de l'oxyde d'argent. Cet oxyde, qu'on fait dissoudre dans l'ammoniaque, donne, par l'évaporation lente à siccité, de petits cristaux brillants lamelleux, qui détonent au moindre frottement. C'est ce qu'on appelle de l'*argent fulminant*.

En traitant le mercure comme on vient de le dire pour l'argent, on fait du *mercure fulminant*. Ou bien, on dissout une partie de mercure dans huit à dix parties d'acide nitrique. Quand la dissolution est opérée, on y verse dix parties d'alcool, et on chauffe doucement, jusqu'à ce qu'on voie apparaître des vapeurs. Il se dépose un précipité blanc, qu'on décante, lave, filtre et sèche : c'est la substance détonante dont on vient de parler. En gommant, et chargeant le bout d'une allumette d'une petite quantité de ce produit, il suffit de frotter dans le pli d'une carte enduite d'éméri pour que le soufre prenne feu.

On se sert souvent de ces composés fulminants pour fabriquer des amorces de fusils à piston ; ils oxydent moins les armes que le chlorate de potasse.

Poudre à canon.

411. C'est un mélange intime de salpêtre pur, de poudre de charbon et de soufre. On convertit en charbon les jeunes pousses de fusain, de tilleul, de peuplier, de bourgène,

les chènevottes et autres bois légers, puis on pulvérise, à l'aide de pilons de bois battant dans des mortiers de bois. Ce mouvement est donné par une roue hydraulique qui agit sur des *cames* (n° 519). On fond le soufre en gros cylindres, et on le soumet de même au battage pour le réduire en poudre. On mêle ensemble le soufre et le charbon en certaines proportions qui varient avec la qualité de la poudre qu'on veut faire, et on mêle par le battage, pour bien incorporer ces substances, en les mouillant. Enfin on y introduit le salpêtre convenablement purifié et pulvérisé, et on bat de nouveau avec un peu d'eau.

On fait ainsi un pain à peu près sec d'une substance friable qu'on soumet au *grenage* dans des cribles rotatifs, dont nous parlerons plus tard en traitant de la mouture (n° 539). Seulement ici les cylindres tournants portent leur arbre vertical, et ont leur surface courbe formée d'une peau tendue et percée de trous de grosseurs différentes. La rotation du cylindre brise le pain en fragments dont les plus petits passent par les trous d'un premier crible, pour tomber dans un second, puis de là dans un troisième, etc.

La matière sort ainsi en grains mêlés de poussier. On la fait sécher à l'air, et on la *lisse*, en séparant le poussier, qui est remis en œuvre à part, et enfermant les grains de poudre dans un cylindre dont l'axe tournant est muni de bras : ces bras agitent la masse, et font frotter les grains l'un contre l'autre.

La bonne qualité de la poudre dépend de celle des substances qui y entrent, principalement du salpêtre, et aussi de leur mélange intime. On distingue trois espèces de poudre à canon, celle de guerre, celle de chasse, et celle de mine.

Lorsqu'on approche de la poudre un point en ignition, elle prend feu subitement : il se forme de nouvelles combinaisons gazeuses et élastiques, qui occupent une place considérablement plus grande que celle de la poudre, sous la pression extérieure ordinaire. Ces gaz projettent avec force les corps mobiles qui leur sont opposés, et il en résulte une détonation plus ou moins forte.

Encre sympathique.

412. On donne ce nom à des liquides incolores qui servent à tracer sur le papier des caractères invisibles ; mais lorsqu'on expose la feuille à de certains agents chimiques, les traits apparaissent et il est facile de lire l'écriture. Il y a diverses compositions de cette espèce, nous en citerons ici quelques-unes.

On dissout de l'oxyde de cobalt dans un mélange des acides nitrique et muriatique (*eau régale*). En écrivant sur le papier avec ce composé, les caractères disparaissent en séchant, et reprennent une belle couleur bleue chaque fois qu'on les expose à la chaleur. La solution d'hydrochlorate de cobalt produit le même effet.

On n'aperçoit pas l'écriture tracée avec une dissolution d'oxyde de cobalt dans l'acide nitrique où l'on a jeté de la potasse ; mais les caractères deviennent pourpres quand on les présente au feu, et disparaissent en se refroidissant.

Quand on écrit avec une dissolution de sulfate de fer ou de nitrate de bismuth, les traits sont invisibles ; mais ils apparaissent lorsqu'on passe dessus une infusion de noix de galle. L'hydrochlorate d'antimoine remplace le nitrate de bismuth. L'extrait de saturne, avec l'hydrogène sulfuré, produit le même effet.

Savons.

413. Le savon est une combinaison chimique d'un corps gras avec un alcali (la soude, la potasse, *Voyez* n° 389). Les propriétés corrosives de l'alcali sont neutralisées par le corps gras ; et, comme le composé est soluble dans l'eau, il est propre à enlever de dessus le linge et les étoffes les taches grasses qui les salissent. Les fabriques de Marseille sont très-renommées ; on fait même, en cette ville, toute la soude qui y est employée.

On commence par rendre la soude caustique en l'écrasant et y mêlant 30 pour 100 de chaux vive, préalablement éteinte et en poudre ; on lessive, et on en retire des eaux plus ou moins riches, dont on détermine et règle la force.

Les chaudières sont en fonte ou en tôle, et contiennent de 2 à 12 mille kilogrammes de savon : leur forme est un peu conique. Quelquefois le fond est seul en cuivre et les parois en briques. Un tuyau, nommé *épine*, qui part du fond, sert à vider la chaudière, quand le savon est fait. Le feu est allumé, et on fait bouillir un mélange d'huile avec de la lessive faible ; on remue, en ajoutant toujours de la même lessive, et quand la matière devient laiteuse et s'épaissit, on jette du sel et des lessives successivement plus fortes. A mesure que les lessives s'épuisent, on les soutire par l'épine. La matière surnageante se combine peu à peu, et enfin le savon reste à sec, et est de couleur bleue. C'est ce qu'on appelle le *relargage*.

Il ne reste plus qu'à cuire le savon et à le mouler. La coction se fait dans une autre chaudière avec de la lessive forte ; on fait bouillir ; il se forme des grumeaux, qu'on réunit par une lessive faible. On coule alors la pâte dans des *mises :* ce sont de grandes caisses de bois ou de pierre bien jointes. Après le refroidissement, on coupe le savon en briques pour le livrer à la consommation.

Pour marbrer le savon, on ajoute à la pâte un peu de couperose de fer (nº 392).

On emploie à la fabrication du savon toute espèce d'huile, de suif, de graisse, mais principalement l'huile d'olive de seconde expression ou *huile d'enfer* ; celle qui est rance est préférée comme moins coûteuse ; on y ajoute une proportion d'huile de navette ou d'œillette (nº 134). Le suif peut aussi être la base du savon. Celui qu'on ne fait qu'avec des huiles de graines ou de poisson ne sert guère qu'aux fabriques de drap et de cuir.

Les savons de toilette sont faits avec plus de soin, mais de la même manière, en y employant le suif, parce que sa refonte est plus facile et qu'on l'aromatise mieux ; on y ajoute d'ailleurs un tiers ou un quart d'huile d'olive pour masquer l'odeur du suif ; enfin, on aromatise avec des essences de lavande, de romarin, etc. L'huile essentielle d'anis entre dans les savons de Windsor.

L'essence de savon est une dissolution de savon d'huile dans l'alcool, à chaud, à laquelle on ajoute un peu de *benjoin*.

La potasse ne fait avec les corps gras que des *savons mous* ; on les fabrique surtout dans les pays du Nord, où la potasse est à bas prix, et l'huile d'olive chère. On chauffe, dans une chaudière de fonte, de la lessive caustique de potasse, et on y ajoute peu à peu l'huile de graines qu'on veut saponifier. Quand la masse est devenue homogène, avec excès d'huile, on ajoute des lessives successivement plus actives, jusqu'à ce que la saturation de l'huile soit complète. On évapore jusqu'à consistance convenable, et on a un *savon vert* ou *noir* qu'on enferme dans des barriques. On colore quelquefois avec l'indigo.

Bile ou *Fiel*.

414. Humeur secrétée dans le foie des animaux, et qui se rassemble dans une vésicule : le fiel est liquide, visqueux, très-amer, souvent jaune ou vert : il se dissout dans l'eau et dans l'alcool ; il dissout les graisses, propriété dont on fait usage pour enlever les taches grasses de dessus les étoffes, sans altérer les couleurs. Il est destiné par la nature à se mêler aux aliments pour en faciliter la digestion : on s'en sert en pharmacie, en peinture, etc.

Résines.

415. Il y a des substances qui existent dans certains arbres, d'où elles découlent par des incisions qu'on y pratique. Leur essence s'évapore et il reste une matière cassante, solide, inodore, qu'on enflamme en y mettant le feu, et qui répand une fumée épaisse ; c'est de la résine ; elle ne peut être dissoute dans l'eau ; mais elle se dissout dans l'alcool, les huiles, les liqueurs alcalines. Comme les résines sont principalement utiles à la fabrication des *vernis*, nous n'en parlerons avec détail qu'à cet article.

On distingue aussi les *gommes-résines*, dont une partie seulement est soluble dans l'alcool, tandis que le reste l'est dans l'eau, à la manière des gommes. L'*aloès*, l'*euphorbe*, l'*assa-fœtida*... sont de ce genre.

Bitumes, Naphte, Pétrole, Asphalte.

416. Les bitumes brûlent avec flamme, en répandant une épaisse fumée et une odeur aromatique particulière; il y en a de liquides, de mous et de solides.

Le *naphte* est très-fluide, on le trouve en Perse, où on le distille pour le purifier et le livrer au commerce. En plusieurs lieux, il sert à l'éclairage; la ville de Gênes est actuellement éclairée par du naphte qu'on tire d'une source du duché de Parme. En général, cette substance est assez rare; elle se trouve dans la terre; sa couleur est jaune pâle. On l'appelle *pétrole* quand elle est noirâtre. Le pétrole est plus commun que le naphte; on le trouve en France, près de Béziers, de Clermont, de Seyssel, de Dax et de Wissembourg, où on l'exploite en grand dans les mines. Il est mêlé à du sable qu'on fait bouillir avec de l'eau, et le bitume surnage. On l'écume et on enlève l'humidité par évaporation. Cette substance est alors sèche et cassante à froid, et devient liquide par la chaleur : on l'emploie au lieu de goudron, à mastiquer les murs humides, à faire des réservoirs, des tuyaux... A l'état sec, le pétrole prend le nom de *pissasphalte*.

L'*asphalte* est solide, friable, noir; on le recueille abondamment à la surface des eaux d'un lac de Judée, nommé *lac Asphaltite*. On a récemment employé l'asphaste liquéfié par la chaleur et mêlé avec du sable et des graviers, à paver des salles au rez-de-chaussée, des trottoirs, des cours....

Gomme, Empois, Colle.

417. La gomme est un mucilage fade qui exsude de quelques arbres et se durcit à l'air; elle est transparente, soluble dans l'eau et insoluble dans l'esprit-de-vin; c'est le contraire des résines. On emploie ordinairement la gomme dissoute dans l'eau; ce liquide la rend gluante. Les pruniers, abricotiers, cerisiers, pêchers...., en produisent de commune; mais celle qui est appelée *gomme arabique*, est

la plus estimée : elle découle de plusieurs espèces d'acacia d'Égypte, d'Afrique, d'Arabie. Le mucilage transparent qu'on en tire sert d'adoucissant en médecine ; il donne de la consistance aux feutres, du lustre aux étoffes, colle et fixe les couleurs, etc.

Le Sénégal fournit aussi une espèce de gomme.

La *gomme adragant* provient d'une petite plante, appelée *astragale*, qui croît en Perse, au levant : cette gomme est en forme de ruban ; on en fait une gelée épaisse et opaque, dont on se sert pour composer des pâtes, des dragées, des crèmes, les apprêts de la gaze, la teinture en soie ; on en lustre le vélin des miniatures.

L'*empois* est de l'amidon bouilli dans l'eau (n° 98) ; on s'en sert aussi pour coller.

Mais la substance qui est la plus usitée pour coller les papiers de tenture, est la *colle de pâte :* c'est tout simplement de la farine de froment qu'on fait bouillir dans l'eau. Non-seulement l'amidon, mais aussi le gluten, contenus dans la farine, donnent à cette substance une propriété agglutinante très-employée dans les arts.

418. La *colle de poisson* compose la vessie natatoire d'un énorme poisson nommé le *grand esturgeon*, qui habite le Volga, le Danube, le Don, et pèse jusqu'à 2 ou 3 mille livres. Cette colle est de la *gélatine* pure ; elle se dissout dans l'eau, sans lui donner aucune saveur particulière. On s'en sert pour coller les vins blancs, clarifier les liqueurs, faire des mets de dessert, des gelées, donner de la consistance à quelques marmelades, apprêter les rubans, les étoffes, lustrer la soie, faire des perles artificielles. C'est cette substance qui constitue l'*ichthyocolle* des chimistes, et dont la dissolution étendue sur l'étoffe et aromatisée, donne le *taffetas d'Angleterre*, dont on recouvre les coupures. D'autres espèces d'esturgeon fournissent aussi de la colle de poisson, telles que le thon, le strelet, l'étoilée... C'est en Russie qu'il s'en fait la plus grande partie de celle que livre le commerce. On lave la vessie natatoire, on la coupe en long, on la tortille entre les doigts, et on la fait sécher à l'étuve, ou au soleil : enfin on la blanchit à la va-

peur sulfureuse. La peau, l'estomac et les intestins des poissons en produisent aussi.

En plongeant dans la dissolution de colle de poisson une toile métallique tendue, de manière à remplir les mailles du tissu, puis faisant sécher, on obtient des lames transparentes qui remplacent les vitres, les carreaux de corne à lanterne, etc.

Colle forte, Gélatine.

419. La colle forte est une substance cornée, plus ou moins jaune ou brune, demi-transparente, cassante, qu'on emploie pour coller les pièces de menuiserie et d'ébénisterie. On cuit dans l'eau des rognures de peau, des vieux parchemins, des peaux de lapins épilées, etc., en un mot tous les débris d'animaux. Il faut d'abord laver ces matières pour les débarrasser des impuretés et de la graisse, à l'aide de l'eau de chaux. On les soumet ensuite pendant longtemps dans une chaudière, avec un égal volume d'eau, à un feu doux, pour qu'elles restent bouillantes; en ayant soin de remuer, pour que rien ne brûle en s'attachant aux parois du vase. On écume, on passe le liquide à travers les mailles d'un tamis ou d'un panier d'osier, et on verse dans de petites boîtes de bois : en refroidissant, la liqueur se prend en gelée, du moins si l'évaporation a été suffisante. On taille alors la masse cubique en lames, qu'on étend au séchoir sur des cordes. Pour cela, on superpose de petits cadres en lames de bois très-minces, dont l'ouverture carrée reçoit le pain de colle en gelée ferme; en faisant passer un fil de laiton successivement entre ces cadres contigus, on détache des lames de colle de même épaisseur, ensuite on fait sécher sur des cordes.

Pour employer cette colle, on la brise en fragments, qu'on met gonfler quelques heures dans l'eau; on les en retire, et on les met chauffer à un feu très-doux, et même au bain-marie. On étend la colle sur les pièces, et on joint celles-ci, en les maintenant serrées l'une sur l'autre, avec des appareils appropriés à cet objet. La colle, en se refroi-

dissant et séchant, contracte une telle adhérence, qu'il est souvent plus facile de briser les bois que de les disjoindre.

On a récemment reconnu que les os des animaux sont un composé de matière calcaire et de gélatine : on peut donc en extraire celle-ci. On se sert plus particulièrement des os plats, tels qu'épaule, tête... On les lave et on les soumet, dans des cuves, à l'action de l'acide hydrochlorique étendu d'eau. On porte successivement ces os d'une cuve à une autre où l'acide est plus concentré. Cet acide s'empare de toute la partie calcaire des os. et laisse à nu la gélatine qui conserve la forme des os, et est molle et flexible. On fait bouillir doucement dans l'eau, on filtre au panier, enfin on termine l'opération comme ci-devant.

420. Les chimistes regardent la *gélatine* comme un des principes constituants des animaux, et les opérations qu'on vient de décrire ont pour but de l'en extraire. Elles sont fondées sur ce que la gélatine se dissout dans l'eau chaude, mais se coagule dans l'eau froide, et reste inaltérable à l'air sec ou humide. On en a inféré que la gélatine devait être nutritive, et M. Darcet a rendu à l'humanité l'immense service de lui indiquer un moyen de se nourrir de substances perdues et rebutées. En effet, lorsqu'au lieu d'employer au traitement des os, des matières et des procédés grossiers, on soigne ce genre d'opération, on obtient la gélatine en écailles inodores, insipides, et qu'on peut employer aux usages de la colle de poisson, et aussi à fournir une nourriture économique. En mêlant la gélatine ainsi extraite et préparée, à une faible proportion de viande, et à des légumes, on obtient une soupe nutritive et très-peu coûteuse. De grands établissements philanthropiques ont été formés pour les distribuer aux indigents auxquels on a, dans plusieurs lieux, porté ce précieux secours. (*Voyez* page 83.)

421. La colle forte a une saveur repoussante qui tient à l'imperfection des procédés qu'on suit pour la fabriquer. Mais lorsqu'on la retire par l'action de la vapeur à haute température, on peut s'en nourrir : il est même facile de l'extraire des os en soutenant longtemps l'ébullition, à l'air libre ; mais il faut préalablement pulvériser les os, ce qui est trop coûteux. Voici comment on opère à la vapeur.

On renferme les os concassés dans un vase hermétiquement clos, et capable de résister à une pression de deux à trois atmosphères, un *autoclave* (nº 295). Un robinet, en haut, donne issue, dans les premiers instants, à l'air que la vapeur emporte avec elle ; un autre en bas sert à soutirer la liqueur à la fin de l'opération. Les os sont placés sur un double fond criblé de trous.

On fait bouillir de l'eau à haute pression dans un vase exactement clos, jusqu'à la température de 100 à 108 degrés de Réaumur, et, par un conduit, on fait entrer cette vapeur dans le vase où sont les os. Cette vapeur se condense en eau, en assez grande quantité pour dissoudre la gélatine qui coule au fond du vase ; et au bout de trois heures, on soutire la liqueur par le robinet inférieur. Les os réduits en poudre servent d'engrais.

Après avoir tiré le liquide à clair, on le met évaporer sur un feu doux, pour le réduire en consistance de sirop : après cinq à six heures de repos, on décante ; puis on taille en lamelles qu'on fait sécher à l'étuve.

C'est avec cette gélatine ainsi extraite qu'on peut faire des *tablettes de bouillon* : mais avant d'évaporer l'eau, il faut y introduire une quantité suffisante de chair de bœuf pour l'aromatiser, et lui donner cette saveur qui plaît dans les potages gras.

Équarrissage.

422. Dans le voisinage des grandes villes, sont des établissements où l'on tue les chevaux et autres animaux, dont la destruction est jugée nécessaire. Lorsqu'un cheval a une jambe cassée, quoiqu'il soit possible de la faire reprendre, par les méthodes usitées pour l'homme et les quadrupèdes, cependant on préfère abattre l'animal dont la guérison serait longue et coûteuse, et qui, après la cure, serait boiteux et ne vaudrait pas les frais qu'on aurait faits. On abat aussi les chevaux malades ou hors de service, etc.

L'entrepreneur fournit l'établissement et les outils, moyennant un droit, aux équarrisseurs qui exploitent ce

genre d'industrie. L'animal est attaché et on le poignarde avec un long couteau ; l'adresse du meurtrier est telle que l'animal, frappé au cœur, meurt à l'instant et sans souffrance. D'autres abattent l'animal à coups de masse, comme on tue les bœufs.

On dépèce ensuite l'animal pour employer ses produits dans divers arts. La peau est destinée au tannage; le sang sert à faire du *bleu de Prusse* (nº 458), à clarifier le sirop de sucre ; on le dessèche et on en fait une poudre qui peut être transportée au loin, et est un engrais précieux pour les terres peu substantielles. La viande est donnée aux chiens et volailles : si le cheval est sain et jeune, sa chair peut être portée au marché, comme nourriture à bas prix : la graisse est détachée et fondue en suif : les sabots, cornes de bœuf, servent à des ouvrages de tabletterie et comme engrais. Avec les os, on fait du bouillon, de la gélatine, de la colle forte ; le fiel de bœuf est un savon utile en teinture...

Boyaudier, Baudruche, Corde à boyaux.

423. Il n'y a pas d'atelier plus dégoûtant qu'une boyauderie ; les matières fécales éparses sur le sol, les intestins entassés dans des tonneaux et en pleine putréfaction, un air dont l'odeur est repoussante, etc., telles sont les impressions qu'éprouve le spectateur dans une boyauderie.

On apporte de l'*abattoir* les intestins grêles des animaux ; on les dépose dans des baquets avec de l'eau, après les avoir vidés : l'ouvrier enlève d'abord la graisse avec un couteau, en rejetant toutes les portions où le boucher a fait des déchirures ; cette graisse sert à faire du suif ; les intestins rebutés et les excréments sont entassés dans une fosse pour en faire des engrais.

On retourne les intestins, on les rassemble en paquets dans des tonneaux défoncés par le haut et posés debout, et on abandonne les matières à la putréfaction pendant trois, quatre et même huit jours, selon la température. Alors on peut ratisser la membrane muqueuse avec un cou-

teau, en la plongeant dans un baquet plein d'eau; on lave à deux ou trois eaux pour faire dégorger.

On noue le bout du boyau, et on souffle à l'autre bout avec la bouche : cette opération infecte est des plus dégoûtantes, et nuisible à la santé de l'ouvrier. On porte les boyaux soufflés au séchoir, et on les isole l'un de l'autre sur des perches. Quand ils sont secs, on perce un bout, on les exprime pour faire sortir l'air, et on les réunit en écheveaux, pour les imprégner d'humidité dans un cellier. On les asperge même, s'il le faut, avec un balai, et on les dispose sur des perches dans une petite chambre, où on les expose durant quatre à cinq heures à l'action du gaz sulfureux; on y dégage ce gaz en brûlant de la fleur de soufre; enfin on réunit les boyaux en paquets pour livrer au commerce.

La *baudruche* est une pellicule mince transparente et solide dont se servent les batteurs d'or (nº 359); elle se fait avec l'intestin appelé *cœcum*, qui fait dans le ventre des animaux une sorte de bourse ou de cul-de-sac, parce qu'il est naturellement fermé au bout. Il est inutile d'indiquer ici les préparations diverses que cet intestin doit subir, d'après l'explication qu'on a donnée ci-dessus.

424. Les *cordes à boyaux* pour raquettes, fouets, arçons de chapelier, instruments de musique, etc., se font avec les intestins de moutons, qu'on nettoie et ratisse à peu près comme il a été dit. On les met dans une dissolution de potasse, qu'on renouvelle plusieurs fois, en ratissant toujours les tuniques. Ensuite on soufre, puis on file la corde. Cette opération se fait avec une espèce de rouet qui tord ensemble deux, trois cordes, selon la grosseur qu'on désire.

Les cordes dites *filées*, c'est-à-dire recouvertes d'un fil de métal, pour le violon et la basse, sont aussi passées par un rouet qui fait tourner la corde sur elle-même, pendant qu'elle est étendue de toute sa longueur. On maintient le fil de métal avec la main, et on le tend bien également pour qu'il se place en hélice serrée.

Les *chanterelles*, ou cordes les plus fines de violon, sont faites avec des intestins d'agneaux.

Comme on se sert, dans les arts, de cordes à boyaux plus

ou moins grossières, on peut, suivant le cas, y employer les intestins de tous les animaux, tels que l'âne, le cheval, etc.

On peut assainir les boyauderies et détruire les miasmes infects qu'elles exhalent, en se servant de l'*eau de javalle* (n° 408). C'est un grand service que M. Labarraque a rendu à ces fabriques que d'en diminuer les dangers. Mais les ouvriers accoutumés aux odeurs de la putréfaction ne conçoivent pas le prix qu'on peut attacher à l'emploi d'un procédé dont ils ne se servent qu'avec répugnance, préférant à l'odeur du chlore celle de la pourriture infecte à laquelle ils sont accoutumés.

XI. MATIÈRES COLORANTES, PEINTURES, TEINTURES.

Les couleurs se tirent des règnes de la nature; passons en revue ces diverses productions pour indiquer comment on les extrait.

Couleurs minérales.

425. Le *blanc de plomb*, ou *céruse*, se tirait autrefois des fabriques de Hollande et de Hongrie, où on le fait en exposant des lames minces de plomb à la vapeur du vinaigre, dans des vases de terre vernissés; on ferme ces vases et on les enfouit dans une couche de tan ou de fumier. Les lames sont peu à peu rongées et se recouvrent d'une poussière blanche qu'on sépare en lavant et qui constitue la céruse.

Maintenant M. Roard en fabrique près de Paris; il fait ronger le plomb par du vinaigre, ce qui donne une liqueur appelée *extrait de saturne*, d'où l'on tire un sel par évaporation. Ce sel est mêlé avec de la litharge et de l'eau, et l'on y fait passer un courant de gaz carbonique; la céruse se précipite.

Pour que la céruse couvre mieux, on y mêle une pierre blanche, trouvée en Auvergne et dans d'autres lieux, qu'on nomme *spath pesant*, ou *sulfate de baryte*. On peut aussi employer de la craie.

426. La *craie*, ou *blanc d'Espagne*, se trouve à Bougival, près Paris, à Troyes, et dans beaucoup d'autres lieux; elle y est en masses ou bancs comme la pierre à bâtir, dont elle ne diffère que par la finesse de ses molécules qui sont à peine liées entre elles. On lave cette matière pour en retirer les pierres et le gravier, qui tombent au fond : on décante; ensuite la craie se dépose, et on taille le dépôt en pains qu'on fait sécher.

427. L'*ochre jaune* est une terre colorée par de l'oxyde de fer; on la trouve près de Bourges, etc.; on la traite comme la craie pour la purifier. En la calcinant, cette terre devient rouge et donne l'*ochre rouge*, ou brune avec une teinte orangée qu'on appelle *terre de Sienne*. L'ochre rouge est aussi appelée *sanguine*, *rouge d'Angleterre*, *colcothar* (nº 230).

428. Le *cinabre* se trouve dans des mines d'Espagne, du Pérou, etc., sous la forme d'une pierre violacée. On peut la composer en triturant ensemble du mercure avec environ un quart de son poids de soufre. Réduit en poudre, le cinabre prend une couleur d'un rouge éclatant appelée *vermillon*. On réussit à préparer cette poudre, et on l'obtient sous un aspect aussi brillant que celui qui nous vient de la Chine et que produit la nature.

429. Le *minium* est une couleur rouge orangée qu'on obtient en faisant brûler du plomb. Ce métal, tenu en fusion avec le contact de l'air, devient une poudre jaune appelé *massicot*; cette substance lavée est réduite en poudre fine, exposée à un feu vif et continuellement remuée pendant quarante-huit heures, devient une belle poudre rouge nommée *minium*. Poussant le feu jusqu'à la fusion, on obtient la *litharge*. En triturant la litharge avec le tiers de son poids de sel ammoniac, après avoir exposé le mélange au feu de reverbère, on obtient le *jaune minéral*. Le *jaune de Naples* est une couleur citron fort brillante. Il existe tout formé dans les laves du Vésuve. On fait encore cette belle couleur en tenant rouges au feu, dans un creuset, pendant trois heures, six parties de céruse ou de minium, deux d'oxyde d'antimoine, une de sel ammoniac, et 1 quart d'alun calciné.

430. L'*orpiment* se trouve en morceaux d'un jaune d'or, ou en lames minces ; il ne faut jamais le mêler avec la céruse. Le *réalgar* se rencontre aussi dans la nature ; il est rouge orangé. Ces deux substances sont des combinaisons d'arsenic et de soufre ; cette dernière contenant plus d'arsenic que l'autre.

431. Le *chromate de plomb* est d'un jaune très-brillant, qu'on fait dans les laboratoires. Il faut en dire autant du *jaune d'antimoine.*

432. Si l'on excepte les couleurs qu'on fait en mêlant du jaune avec du bleu, presque toutes les couleurs vertes sont des oxydes de cuivre. On donne le nom de *vert-de-gris* aux couleurs qui se forment naturellement sur les vases de ce métal, et aussi à une autre substance qu'on obtient en plongeant des lames de cuivre dans du marc de raisin aigri. C'est surtout à Montpellier, à Grenoble, qu'on fabrique cette couleur, qui est très belle. En la dissolvant dans du vinaigre, on a le *verdet.*

On trouve dans les montagnes de Hongrie un vert naturel qui porte le nom de ce pays.

433. Le *vert de Schéele* s'obtient du verdet, en y mêlant, à chaud, de la potasse et de l'arsenic blanc ; il se fait un précipité qu'on recueille et qu'on lave à l'eau chaude.

Il y a des ochres vertes, telles que la *terre de Vérone* et la *terre verte* commune : on les trouve par lits en certains pays.

Le vert de chrôme sert principalement pour colorer la porcelaine ; il est cher et peu employé : on le fait dans les laboratoires : c'est de l'oxyde de chrôme.

434. L'*outremer* est le plus beau des bleus ; on pulvérise le *lapis-lazuli* (n° 225). Cette couleur est très-chère et très-solide ; on ne l'emploie que rarement, à cause de son prix élevé. Il en faut dire autant de l'*azur*, qui sert à colorer en bleu le verre et les porcelaines. On grille la mine de cobalt, on la pulvérise et on la fond avec trois fois son poids de sable et autant de potasse ; il en résulte un vert nommé *smalt*, qui, réduit en poudre, est l'azur. Le *bleu de Thénard*, qu'on emploie à la coloration des papiers, se fait aussi avec du cobalt.

On est parvenu à imiter l'outremer, et à livrer aux artistes cette belle couleur à meilleur compte. C'est M. Guimet qui a le premier réussi à fabriquer de superbe outremer sans se servir de lapis-lazuli, mais il s'est réservé le secret de ses procédés.

Le bleu égyptien de M. Darcet est une demi-vitrification d'oxyde de cuivre; il sert principalement à azurer les papiers.

435. Les *cendres bleues* sont très-belles; mais elles virent au vert par l'action de la lumière; elles servent à peindre des papiers et des décorations intérieures. La fabrication en est assez compliquée; elle se fait dans les laboratoires avec un lait de chaux et un sel de cuivre, qui est la base colorante de cette matière; on y ajoute du sel ammoniac et du vitriol bleu ou couperose de cuivre.

436. En plongeant une feuille d'étain dans une dissolution d'or (nº 331), il se forme un dépôt appelé *précipité pourpre de Cassius*, qui est une belle couleur *violette* employée pour dorer la porcelaine, colorer les émaux, etc.; cette substance est trop chère pour être employée en grand. On peut peindre en violet avec l'oxyde rouge de fer calciné; mais on préfère ordinairement obtenir cette couleur par des mélanges.

437. L'*ochre de rut*, la *terre d'ombre*, *celle d'Italie*, *celle de Cologne*, sont des ochres ou terres : ces couleurs brunes sont très-employés; l'oxyde de fer les teint; on trouve ces terres dans la nature en différents lieux. L'*asphalte*, ou *bitume de Judée*, et le *succin* donnent des bruns légers et diaphanes.

Beaucoup de couleurs minérales sont de dangereux poisons, et surtout celles où entrent l'arsenic, le plomb, le cuivre et le mercure : celles à base de fer sont innocentes.

Couleurs végétales.

438. Les matières colorantes contenues dans les végétaux s'obtiennent en faisant bouillir les plantes dans l'eau simple ou alunée, et précipitant la couleur à l'aide d'une dissolution saline ou alcaline. On donne le nom de *laque* à

toutes les matières colorantes insolubles dans l'eau. Voici les végétaux qu'on emploie le plus souvent, et les couleurs qu'on en extrait :

En rouge, la garance, les bois de Brésil et de Campêche, le carthame, le rocou et l'orseille ;

En jaune, la graine d'Avignon, le curcuma, la gaude, le sumac, la gomme gutte, le safran et le quercitron ;

En bleu, l'indigo, le pastel ou vouède, le *polygonum tinctorium.*

439. La *garance* est une plante vivace de 3 à 4 pieds de haut, garnie de crochets à l'aide desquels ses tiges faibles et carrées se soutiennent mutuellement. On la cultive en Alsace, en Normandie, en Languedoc, et surtout près d'Avignon. Dans une terre bien ameublie par des labours et riche d'engrais, on sème la graine, ou plus souvent on repique des éclats de racines. On bine avec soin, et au bout de trois ans, on arrache la plante. C'est la racine, ou souche rampante et rameuse, qui est appelée *alizari*, et fournit la belle teinte rouge ou rose qu'on donne à la laine, au coton et à la soie. Sa grosseur est celle d'un tuyau de plume; son écorce et sa moelle sont d'un rouge intense ou fauve. Après l'avoir lavée à l'eau froide, on la pulvérise et on la fait macérer dans des tonneaux. On exprime fortement le résidu, et on traite par l'eau d'alun bouillante; on précipite la couleur à l'aide de la soude. Ce dépôt, séché en petits pains, est la laque garance du commerce. Les alcalis donnent à cette couleur une teinte violette; les sels, une belle couleur rouge : on ne l'emploie qu'avec des mordants.

Le *rouge d'Andrinople* est une préparation de garance dont l'éclat est très-vif.

440. Le *bois de Brésil* ou de *Fernanbouc* est un grand arbre de l'Amérique méridionale, assez semblable à notre acacia ; ses fleurs, panachées de jaune et de rouge, ont une odeur très-agréable. Ce bois est propre à l'ébénisterie et prend un beau poli.

Pour en extraire la matière colorante, on hache le bois en petits morceaux qu'on fait bouillir. C'est avec cette liqueur qu'on teint en rouge les œufs de Pâques, qu'on fait

l'encre et les teintures noires, qu'on teint les étoffes en diverses nuances de rouge, en cramoisi... Pour la débarrasser de la couleur jaune qui la salit, on ajoute du lait caillé, et on filtre.

L'Inde asiatique produit un arbuste du même genre (nommé *cæsalpin*), qui fournit aussi un beau rouge ; mais il est peu employé en Europe.

441. Le *bois de Campêche* est un arbre épineux ressemblant aussi à l'acacia, avec des grappes de fleurs jaunes et odorantes; il croît au Mexique et dans les Antilles, où il forme des haies. Ce bois est apporté en bûches par la voie du commerce et privé d'aubier ; il est très-dur et prend un beau poli. La décoction de ce bois sert aux mêmes usages que celui de Brésil.

442. Le *carthame* ou *safran bâtard*, ou *safranum*, croit en Orient, et est cultivé dans le midi de l'Europe: c'est une plante qui a le port du chardon, et dont les fleurs, de teinte orangée, donnent une couleur rouge. On lave ces fleurs à l'eau froide pour les délivrer de la teinte jaune; le rouge s'obtient par de la potasse, en précipitant ensuite la couleur par un acide. C'est ce rouge de carthame qui, desséché et broyé avec du talc (*), compose la couleur que les dames déposent sur leurs joues. L'infusion de carthame donne une couleur orangée jaune par précipitation ; on l'emploie pour peindre les parquets. Les graines de carthame sont recherchées des perroquets, mais elles sont violemment purgatives pour l'homme.

443. Le *rocou* est un arbrisseau semblable, en petit, au tilleul. Il vient à Cayenne, dans les Antilles, etc. Les fruits sont des siliques épineuses, où les graines sont environnées d'une pulpe vermillon. C'est de cette pulpe qu'on retire une couleur jaune pâle, peu usitée, parce qu'elle est très-fugace. On broie les graines et on les fait macérer dans l'eau, plusieurs fois successives, pendant huit à dix jours chaque fois; ensuite on laisse un peu fermenter; on tamise ces différentes

(*) Le talc est une espèce de pierre tendre, à grains fins et onctueux : on la broie et on tamise sa poudre, qu'on colore avec le carthame ou le carmin pour préparer le fard, ou avec d'autres substances pour en faire des crayons appelés *pastels*.

liqueurs, on les mêle, et on les fait bouillir dans de grandes chaudières, pendant environ douze heures. La matière colorante, qui est un peu forte de fécule, s'épaissit; on laisse refroidir, et on fait avec cette pâte des pains de 1 kil. à 1 et demi kil. (2 à 3 livres), qu'on fait sécher. Pour en teindre la soie et le coton, il faut la dissoudre dans l'urine putréfiée, ou dans une eau alcaline.

444. L'*orseille* est fournie par un *lichen* ou croûte blanchâtre et grise qui tapisse les rochers d'Auvergne; on le râcle pour le détacher. On en trouve aussi près de Lyon, de Limoges, etc. Il faut le nettoyer des substances étrangères, le broyer et l'humecter avec de l'urine putréfiée. On retourne cette pâte, et, au bout de dix à douze jours, on en fait des pains qu'on dessèche, et qui donnent une couleur violette. On préfère beaucoup à cette orseille celle qu'on retire d'une autre espèce de lichen qui tapisse les rochers battus par la mer et la tempête, dans les îles Canaries et du Cap-Vert. Cette substance était connue dès la plus haute antiquité, et servait à teindre en écarlate les vêtements précieux des maîtres de l'univers.

445. La *graine d'Avignon* est le fruit d'une espèce de nerprun, arbrisseau commun dans les lieux incultes de nos provinces méridionales; ce sont de petites baies vertes. En ajoutant à leur suc de l'alun, il se précipite une poudre jaune safranée. La décoction de cette graine mêlée avec de la céruse, ou de la craie et de l'alun, est mise en petits pains qu'on appelle *stil de grains*, qui a une couleur jaune verdâtre dont on peint les parquets, les décorations, etc.; elle se ternit à la lumière. (*Voy.* n° 453.)

446. Le *curcuma* croît aux Indes orientales; il est voisin des gingembres dont il a l'odeur et l'amertume. La racine de cette plante est jaune, grasse, en petits fragments; réduite en poudre, elle compose un jaune orangé, le plus éclatant qu'on connaisse, mais qui est peu solide. On l'emploie à teindre les parquets, à dorer les jaunes de gaude, et donner plus de feu à l'écarlate; on en colore les pommades, les huiles; on en teint un papier, qui prend à l'instant une nuance rouge, lorsqu'il est exposé à la présence d'un alcali. On fixe la couleur de curcuma avec du sel am-

moniac ou du sel marin. On appelle cette couleur *terra merita*.

447. La *gaude* est une herbe qui croît dans les terrains et lieux incultes, et qui ressemble au réséda. On fait bouillir les tiges dans une dissolution d'alun, on filtre et on ajoute de la potasse. La couleur jaune se précipite, et on la réunit sous forme de petits pains.

Les *sumacs* sont des arbrisseaux d'Europe; certaines espèces ont leurs feuilles riches en tannin, et les maroquiniers les emploient à la préparation des cuirs de chèvre et de mouton qu'ils veulent revêtir de couleurs vives. D'autres espèces contiennent dans leur bois une matière colorante jaune, dont les mordants sont l'alun et le muriate d'étain. Au reste, le tannin et la couleur sont aussi contenus dans les écorces, les racines et même les fruits de sumac. L'espèce appelée *fustet* sert plus souvent à la teinture.

448. La *gomme gutte* est une résine jaune, opaque, cassante, inodore, âcre, purgative, qui découle des incisions faites au tronc d'arbres de la Chine et de l'Inde orientale : ce suc s'épaissit et est livré au commerce.

449. Le *safran* est un petit oignon cultivé surtout dans le Gâtinais; il lui faut une terre légère, ameublie et fumée. L'oignon est mis en terre à la fin du mois de mai; on sarcle, on bine, et, vers l'automne, la plante entre en fleurs. Cette fleur sort de terre un peu avant les feuilles qui sont longues et fines. On cueille les fleurs à mesure qu'elles paraissent, et on sépare les filets intérieurs, ou *stigmates*, qui constituent le safran; on fait sécher et on met en sac. On emploie le safran en médecine, et on en fait des liqueurs, des assaisonnements : on en colore le vermicelle, les pâtes, les gâteaux; on en fait une teinture jaune peu solide. Sa solution aqueuse prend les nuances de vert, de bleu et de violet, par l'action des acides nitrique et sulfurique.

450. Le *chêne noir* est un grand arbre de Pensylvanie, dont l'écorce contient une matière colorante jaune, appelée *quercitron*, qui sert à teindre la soie, la laine et les papiers de tenture. On fait bouillir cette écorce, et on avive la couleur avec une dissolution d'alun ou d'étain. Le quercitron vient surtout du Canada; il rend 8 à 10 fois autant de ma-

tière colorante que la gaude, à poids égal. On pulvérise l'écorce, et on extrait la couleur par infusion et filtrant.

451. Il y a plusieurs espèces d'*indigotiers*. Ce sont des arbustes ou des herbes, qu'on élève dans les Antilles, à la Caroline, et dans d'autres pays chauds, et principalement dans les bois et terres défrichés; ils aiment l'humidité. On coupe la plante quand les fleurs paraissent : ce sont les feuilles qui contiennent la matière colorante, qui est d'un bleu solide et magnifique : ces feuilles ressemblent à celles de l'acacia. On les met fermenter dans l'eau, pour développer la couleur, qu'on précipite avec l'eau de chaux; on coupe la matière en petits pains carrés, et on les fait sécher; c'est l'*indigo* du commerce. L'indigo flor ou de Guatimala est le plus estimé.

452. Le *pastel*, ou la *guède*, *vouède*, est une herbe cultivée en Languedoc, en Normandie et autres lieux, et qui se contente des sols les plus ingrats, pourvu qu'ils soient labourés et fumés. On la sème en février; on sarcle et on éclaircit. Dès que les bords des feuilles prennent une teinte violette, on les coupe, et on fait ainsi quatre à cinq récoltes dans l'année. Pour en extraire la matière colorante, on les traite comme l'indigo.

Il faut enlever la chaux de ces couleurs par l'acide sulfurique très-faible.

453. Les couleurs vertes végétales se forment par des mélanges de jaune et de bleu. Cependant on retire, par expression, le *vert de vessie* des baies du nerprun, lorsqu'elles sont noires et bien mûres; on fait évaporer le suc lentement sur le feu, et on y ajoute un peu d'alun : lorsque le suc a acquis la consistance du miel, on l'enferme dans des vessies, qu'on fait sécher, en les suspendant dans la cheminée.

On prépare de même un vert avec les pétales d'*iris*, plante bulbeuse, dont les fleurs sont grandes, bleues et très-belles. La racine forme une touffe charnue, qu'on taille en morceaux pour en faire des chapelets odorants, qui servent à aromatiser les lessives; on en fait des pois à cautère; la poudre de cette racine est un fort sternutatoire.

454. La couleur noire végétale se fait en réduisant le

charbon en poudre très-fine, et tamisant. On en obtient de très-belle avec les noyaux de pêche, les sarments de vigne calcinés, et on porphyrise.

La plupart des teintures en noir se font avec le vitriol, ou couperose de fer, et la *noix de galle,* comme l'encre à écrire (n° 232).

Certains insectes font aux feuilles des piqûres et déposent leurs œufs dans la plaie : l'irritation causée par cette inoculation détermine un accroissement particulier de la substance, qui se gonfle par l'abondance des sucs, et prend des formes variées, selon la nature des plantes et l'espèce d'insectes. On donne le nom de *galles* à toutes ces productions. Celles qu'on trouve sur le rosier, le peuplier, le saule...., étant ouvertes à une certaine époque, laissent voir les petits vers qui s'y sont développés et nourris.

La *galle du chêne* est surtout remarquable par l'usage qu'on en fait pour la teinture noire. Les plus belles *noix de galle* viennent d'Alep ; elles sont produites par la piqûre d'un insecte, nommé *cynips*, sur les feuilles d'un chêne de l'Asie Mineure : elles ont la forme d'une cerise, et sont presque entièrement formées de cette substance nommée *tannin*, qui est contenue aussi dans l'écorce du chêne, et qui sert au tannage (n° 192). Cette matière, par son action sur le fer de la couperose, la colore en noir, et sert à la teinture des draps, des soies, etc.

455. Le *noir d'Allemagne* est préparé avec de la lie de vin brûlée, lavée et broyée dans des moulins. Il est léger, luisant, doux, friable et d'un noir de velours.

Les *couleurs grises* ne sont que des noirs peu foncés.

Le *noir de fumée* s'enlève en l'air dans l'opération qui fait épaissir le goudron (n° 465) ; ce noir se condense dans les tuyaux de la cheminée, et offre un charbon gras, extrêmement divisé, qui est très-usité dans les arts (peinture, cirage des souliers, etc.).

456. Le *bistre* est une couleur brune, qu'on fait avec la suie de cheminée. On pulvérise les morceaux les plus durs, on tamise et on lave à grande eau. On laisse déposer les parties les plus grossières, et on décante : cette liqueur dépose à son tour une poudre très-fine (ainsi qu'on fait pour

l'èmeri fin, n° 227) : c'est cette poudre qu'on gomme, qu'on fait mouler en pains, et sécher, qui constitue le bistre. On s'en sert à l'eau, pour les lavis de dessins, comme on emploie l'encre de la Chine (n° 232).

Couleurs animales.

Les matières animales fournissent peu de matières colorantes : voici les principales.

457. Le *carmin* est une substance d'un pourpre éclatant, qu'on obtient en faisant bouillir de la cochenille dans de l'eau tenant de la soude ; on y verse un peu d'eau d'alun, et le carmin se précipite. C'est une des couleurs les plus riches et les plus solides.

La *cochenille* est un insecte de la grosseur d'un pois, de couleur brun foncé, recouvert d'une poussière blanche; il vit au Mexique sur une plante appelée *nopal*, qu'on cultive exprès pour le recueillir. Cette plante, semblable à notre figuier d'Inde (*cactus*), est formée de feuilles ovales, épaisses, charnues, à mamelons épineux ; elles naissent l'une au bout de l'autre, portent les fleurs et les fruits, et tiennent lieu de tige. En octobre, au retour de la belle saison de ces pays équinoxiaux, on prépare, avec de la filasse, un petit nid sur une feuille, et on y place quelques femelles de cochenille. Les œufs éclosent par milliers, et on fait jusqu'à trois récoltes par an. On râcle la plante avec un couteau émoussé, et on ramasse les insectes, qu'on fait ensuite périr dans un four, au feu, au soleil ou dans l'eau bouillante. La cochenille est apportée en Europe sous forme de petits grains. La plus estimée est d'un gris ardoisé mêlé de rougeâtre. Quant à la culture des *nopals*, elle se réduit à des binages pour enlever les mauvaises herbes.

Le carmin de Venise est très-beau et très-estimé.

458. Le *bleu de Prusse* se fabrique en calcinant au rouge brun, pendant une demi-heure, du sang, de la corne, ou toute autre matière animale, avec de la potasse ; on laisse refroidir, et on a une matière jaunâtre qu'on dissout dans

15 fois son poids d'eau ; c'est ce qu'on appelle *lessive du sang*. On fait à part une dissolution de sulfate de fer et d'alun, qu'on verse dans cette lessive. Il se précipite à l'instant une poudre d'un bleu magnifique, qui est le *bleu de Prusse*, qu'on purifie par des lavages réitérés.

Cette substance est solide, bleue, insoluble dans l'eau, ressemblant à l'indigo : la matière qui la colore en bleu est le fer de la couperose. Le bleu de Prusse est très-employé dans les arts, et surtout pour les papiers de tenture, parce qu'il est très-riche en couleur et d'un bel effet. Mêlé à l'ochre jaune, il donne une belle couleur verte, plus économique, mais beaucoup moins solide que le vert de Schéele. Il est décoloré par les alcalis. Mis en ébullition avec la potasse, on obtient un sel cristallisable jaune, qui sert à teindre la soie en *bleu Raymond*. On plonge la soie dans une solution de muriate de fer, et on lave à l'eau de savon : on passe ensuite dans une solution de ce sel jaune, et le bleu de Prusse se fixe sur la soie ; enfin, on lave à grande eau.

459. Le *noir d'ivoire* se fait en calcinant l'ivoire, réduit en fragments, dans un vase clos, et à une haute température. Il est beaucoup plus beau que celui qu'on fabrique de la même manière avec des os.

Le *noir de composition* est formé avec le résidu des matières employées à la fabrication du bleu de Prusse ; il tire un peu sur le bleu : on le mêle avec du blanc pour faire des gris argentins.

Peintures.

460. Il faut faire subir des préparations aux matières colorantes, pour les employer dans la peinture. Il faut d'abord les réduire à une extrême ténuité, en les broyant sur une table unie et lisse, nommée *porphyre*, en promenant en cercle une *molette*, qui est de pierre très-dure, et a une forme à peu près conique, sur une base plane. On mêle à la couleur des liquides tels que l'eau, l'huile, etc., et on ramasse de temps à autre la matière avec une lame d'acier

large, mince et flexible, jusqu'à ce qu'on trouve que la couleur est suffisamment broyée.

Les excipients des couleurs varient selon l'usage qu'on en veut faire; nous allons les passer en revue. Il est rare qu'on se serve de l'eau seule, parce qu'elle ne fixerait pas la couleur; seulement on étend parfois un lait de chaux sur les murs ou plafonds qu'on veut blanchir. Le mieux est d'y ajouter de l'alun; ce qui donne alors le *badigeon*, assez solide pour résister longtemps à l'injure de l'air. On colore souvent le badigeon avec une ochre, ou de la poudre de pierre à bâtir. On voit souvent des ravalements en plâtre qui simulent parfaitement la pierre de taille.

461. La *détrempe* est une matière colorante, une ochre, qu'on délaye dans de la colle forte très-claire, et qu'on étend à chaud avec une brosse sur les murs des corridors, les plafonds, les portes d'intérieur, les lambris : cette couleur est très-belle, quand elle est mise claire à deux ou trois couches. Elle se fait en prenant de la colle de Flandre, et la faisant fondre dans de l'eau chaude, et assez étendue pour se prendre en gelée claire par le refroidissement. La colle faite avec les rognures de gants est très-propre à cet usage. Pour les ouvrages communs, on se sert de colle faite avec les peaux de lapin qu'on a tondues pour la chapellerie. Les marchands de couleur en tiennent de toute prête qu'ils vendent à bon marché. Elle se corrompt assez vite par la chaleur. Le plus souvent on préfère les gris de différents tons qu'on fait avec du blanc d'Espagne et du noir de charbon en poudre. En séchant, cette couleur pâlit subitement, et il faut la préparer un peu foncée.

En général, il faut, avant d'appliquer une couleur, nettoyer avec soin la surface, la gratter jusqu'au vif, la laver, et même la passer à l'*eau seconde* (solution de potasse étendue d'eau), surtout si elle a déjà reçu des couches de peinture à l'huile. Sans cette précaution, la couleur qu'on met s'enlève par écailles, ou bien les saletés la percent et y font tache.

Un inconvénient de la détrempe est son peu de durée,

surtout quand elle est exposée à l'humidité, qui ronge et détruit la colle. La couleur tombe ensuite en poussière.

462. Les carreaux d'appartement se peignent aussi en détrempe avec de l'ochre rouge ou jaune; on met deux couches et on y ajoute une *encaustique* (n° 469) qu'on frotte à sec avec une brosse rude. Cette couleur est peu solide et tache les vêtements; c'est pourquoi il est bon de mettre, avant l'encaustique, une troisième couche à l'huile, comme il sera expliqué plus tard.

Pour les parquets, la couleur usitée est le jaune de graine d'Avignon, de carthame, de curcuma, ou même d'ochre : pour les carreaux en terre cuite, on se sert souvent d'ochre rouge.

463. La détrempe vernie, appelée *chipolin*, est ce que la peinture d'intérieur présente de plus beau. D'abord on *encolle* le sujet en ajoutant à la colle une décoction d'ail, de feuilles d'absinthe, avec du vinaigre et du sel, et appliquant la liqueur bouillante. Une seconde couche de colle contient un peu de craie. On fait en sorte de bien couvrir la surface et boucher les trous, sans engorger les moulures. Une ou plusieurs autres couches de blanc, avec de la craie passée au tamis et de la colle, cachent toutes les inégalités. On enlève toutes les aspérités, à sec, avec de la ponce ou de la peau de chien de mer. On répare ensuite toutes les moulures avec le fer, et on met les couches de la plus fine couleur. Enfin, on recouvre de deux couches de vernis à l'esprit-de-vin.

La *détrempe au blanc de roi* se fait de même, excepté qu'on conserve le blanc mat à la céruse, sans vernis, pour recevoir ensuite la dorure. Les cadres de tableaux sont ainsi préparés.

464. La peinture à l'huile se fait en porphyrisant la matière avec de l'huile de lin, ou autre qui soit siccative (n° 136), et étendant cette composition, qui forme pâte, dans une assez grande quantité de la même huile, pour que la surface du sujet en soit bien couverte par deux ou trois couches successives. Les marchands vendent les couleurs à l'huile toutes broyées, et les enferment dans des vessies de cochon.

On étend la couleur sur le sujet avec une brosse de grosseur proportionnée à l'étendue, et prenant des brosses plus fines pour pénétrer dans les coins et les tailles des moulures; on a soin de ne pas éclabousser, ni laisser dépasser les poils de la brosse au delà des limites de la surface qu'on veut peindre. On met la couleur à froid, après avoir gratté et préparé le sujet, bouché les trous et fentes avec du mastic de vitrier, etc.

Il est bien entendu que dans toutes les peintures, il ne faut jamais donner une couche avant que la précédente soit parfaitement sèche. Toutes les portes, les panneaux, murs d'extérieur, ne doivent être peints qu'à l'huile; et lorsqu'on veut que l'ouvrage soit très-beau, on donne d'abord deux ou trois couches à la céruse, pour boucher tous les trous, et que la peinture qu'on y mettra ensuite ait de la transparence. Ensuite on met deux ou trois couches de cette dernière. On a soin chaque fois de passer la pierre ponce à l'eau, pour enlever les inégalités. Enfin, on met les couches de vernis. (*Voyez* ci-après.) C'est ainsi que sont peints les voitures et équipages.

Comme la peinture à l'huile sent mauvais et est très-longue à sécher, on se sert d'huile siccative (*V.* n° 136); dans les couleurs communes, telles que le vert olive, le rouge de carreaux, on ajoute de la litharge à la couleur pour la faire sécher. Les oxydes de plomb étant siccatifs, on n'ajoute pas de litharge à la céruse, qui d'ailleurs en serait gâtée. Seulement on peut alors employer de l'huile de lin ou de noix qui a bouilli. On donne le ton gris à la céruse en y ajoutant un peu de noir de fumée et de bleu broyé à l'huile. Le blanc de céruse a l'inconvénient de brunir au bout de peu de temps.

Les balustrades, grilles, balcons, se peignent au noir d'Allemagne avec de l'huile grasse : il est d'usage, pour prévenir la rouille, de mettre une première couche de minium.

Les treillages, barreaux, caisses à fleurs, se peignent en vert, avec de la couleur formée d'un tiers de vert-de-gris et deux tiers de céruse.

465. Dans les intérieurs, on mêle souvent à l'huile de

l'*essence de térébenthine*, qui sent plus mauvais, mais sèche beaucoup plus vite, et facilite mieux les mouvements de la brosse. La térébenthine est une résine qui découle des plaies qu'on fait à certains arbres toujours verts, et qu'on appelle *arbres résineux*, tels que les pins, sapins, mélèzes ;... les feuilles en sont menues, et les fruits composés d'écailles ligneuses disposées en cône. Ces arbres croissent partout, mais principalement dans les landes et sur les hautes montagnes. C'est surtout le pin maritime qui est exploité pour cet objet. On pratique une large fente au bas de leur tronc, et on y perce un trou avec une tarière. La séve qui s'écoule par cette plaie s'amasse dans un vase qu'on place au-dessous : cette liqueur est la térébenthine, qui bientôt s'épaissit à l'air ; elle est liquide, visqueuse, jaunâtre, âcre et amère. La récolte dure pendant toute la belle saison.

Cette résine est employée en pharmacie. On la soumet à la distillation avec de l'eau, et on en retire l'*essence* ou *huile essentielle de térébenthine*, dont on fait usage en peinture ; c'est un liquide incolore et d'une odeur pénétrante ; il se mêle très-bien avec l'huile et les couleurs. Le résidu de la distillation est ce qu'on appelle de la *colophane*, du *brai sec*, de l'*arcanson*, selon le degré de pureté ; on s'en sert pour faire prendre des soudures, pour dégraisser les archets de violon et de basse, pour faire des étamages, etc.

Le suc de pin, moins liquide, s'appelle *galipot ;* il se fige sur les bords de l'entaille du tronc ; on le détache en hiver. Cette substance mêlée à la colophane forme la résine du commerce.

On purifie le galipot en le liquéfiant par la chaleur, et filtrant à travers un lit de paille ; ce qui reste sur la paille est la *poix de Bourgogne*, qui est blanche, mais qu'on noircit par l'addition du noir de fumée. La *poix noire* s'obtient aussi par la combustion des copeaux et autres parties résineuses. De ces copeaux découle, par l'action de la chaleur, le *goudron*, si usité pour calfater les navires, les cordages, etc. Cette substance liquide, épaissie à l'air, devient *brai gras* et *poix noire*. Le noir de fumée est le

charbon extrêmement divisé qui se condense dans l'opération (n° 455).

466. Dans la *peinture au lait*, on éteint un peu de chaux dans du lait, ou du petit-lait, et on ajoute presque autant d'huile que de chaux; cette huile est absorbée. On met alors douze fois autant de craie que de chaux, et, si l'on veut, quelque matière colorante. On a une détrempe très-solide, qui sèche vite et n'a pas d'odeur. On peut encore faire fondre à chaud de la poix dans l'huile avant de la verser dans le lait : alors la peinture doit être appliquée chaude. On remplace aussi, dans cette couleur, le lait par le liquide séreux du sang.

La peinture à l'encaustique se fait en dissolvant la matière colorante dans cet excipient (n° 469).

Peinture à l'eau.

467. On dissout la matière colorante dans une eau très-chargée de colle de poisson, de gélatine ou de gomme arabique, et on coule en plaque mince sur un marbre poli; quand le tout est presque sec, on détache la plaque et on la taille en carrés longs. On garnit les cellules d'une petite boîte avec ces pains de diverses couleurs, pour s'en servir au besoin. Il faut verser de l'eau dans une soucoupe en porcelaine ou en verre, ou dans une écaille très-lisse, ou, etc., et rejeter cette eau : ce qui reste attaché à la surface suffit pour qu'en frottant le bout d'un de ces petits morceaux de couleur sur la paroi, il y ait solution au degré d'intensité qu'on désire. Quoique ces boîtes soient garnies de dix ou douze couleurs, on ne se sert ordinairement que de quatre, qui, par le mélange, produisent toutes les autres, savoir, le bleu de Prusse, le carmin, la gomme-gutte et l'encre de la Chine.

468. Les *lavis* de plans et dessins se font sur une feuille de papier qu'on a mouillée et collée par ses bords sur une tablette (*V*. n° 250). On trempe les poils d'un pinceau dans l'eau colorée pour qu'ils s'en chargent abondamment, et on promène leur pointe sur tous les endroits du papier qui

doivent recevoir la teinte. Il faut observer que cette teinte soit toujours très-claire, parce qu'il y aurait des taches; pour obtenir le ton, il faut en mettre plusieurs couches. En outre, on ne doit jamais dépasser les lignes qui limitent la figure qu'on veut colorier, faire attention que le pinceau soit fortement abreuvé de liquide, et qu'on ne laisse jamais sécher les bords, qui formeraient alors des taches. Quand on veut affaiblir les teintes en certains endroits, on charge le pinceau d'eau et on y attire le liquide coloré déjà placé sur les bords.

Cirage, Encaustique.

469. On cire les chaussures avec une liqueur composée ainsi qu'il suit : on étend 45 grammes d'acide sulfurique de six fois son poids d'eau (270 grammes), et on y mêle 45 grammes d'acide muriatique et 350 grammes de mélasse. Dans un autre vase, on délaye 350 grammes de noir d'ivoire dans de l'eau, et on en fait une bouillie épaisse : on mêle peu à peu ces deux composés, en agitant pour faciliter le développement des gaz, et on bat bien le tout. On fait fondre 20 grammes de gomme commune dans 80 à 100 grammes d'eau, et on verse dans le mélange ci-dessus en ajoutant 170 grammes de vinaigre, 20 d'huile, et battant le tout ensemble. On ajoute de l'eau pour compléter 1 litre trois quarts. Enfin on aromatise avec un peu d'essence de romarin.

Il faut étendre ce cirage très-mince sur le cuir; on frotte avec une brosse douce, et le cuir prend du brillant et de la souplesse.

Le cirage des meubles se fait avec l'*encaustique*, dissolution de cire dans l'eau de potasse (c'est une espèce de savon). On prend par litre d'eau 1 hectogr. de cire, 30 grammes de savon et un peu de potasse; on fait fondre à chaud et on étend avec un pinceau sur le bois, les carreaux d'appartement, etc.; puis on frotte avec une brosse rude quand la pièce est sèche.

Pour les harnais, on fait fondre une partie de cire à un feu doux; on retire du feu et on verse quatre parties d'es-

sence de térébenthine et une partie d'huile; on ajoute du noire d'ivoire.

On peut aussi dissoudre de la potasse dans quarante fois son poids d'eau, et y faire fondre, à feu doux, trois fois autant de cire que l'on a employé de potasse. On coupe la cire en petits morceaux, et elle se combine très-bien : on ajoute à la liqueur de l'eau et du noir à volonté. Ces cirages sont étendus sur le cuir avec un pinceau; on laisse sécher et on frotte avec une brosse, puis un morceau de drap.

Ces compositions servent aussi pour cirer les pièces d'ébénisterie, en supprimant l'huile et le noir d'ivoire; souvent on y introduit une autre matière colorante dont le ton imite la couleur du bois qu'on veut lustrer.

Des Vernis.

470. Les vernis sont des enduits transparents dont on recouvre les surfaces colorées pour les protéger contre l'air, l'eau, et les actions extérieures. On en distingue une multitude d'espèces selon leur destination; nous en considérerons principalement trois, suivant que l'excipient est l'esprit-de-vin, l'essence de térébenthine ou l'huile siccative, liquides qui ont la propriété de dissoudre différentes résines, savoir, l'élémi, la gomme-gutte, la sandaraque, le mastic, le sang-dragon, la laque, la térébenthine, le copal et le succin.

La *résine élémi* découle des incisions qu'on fait à un arbre nommé *amyris*, qui croît dans l'Amérique méridionale; elle est un peu mollasse et onctueuse, odorante, jaune pâle, d'une saveur âcre, et soluble dans l'alcool. On l'emploie plus souvent en pharmacie qu'en peinture; elle entre dans le baume de Fioraventi, dans l'onguent styrax... On en tire une autre espèce d'Égypte, qui est en grosses masses jaunâtres.

La *gomme-gutte* se dissout dans l'alcool, et donne un vernis d'un beau jaune citron (n° 448).

471. La *sandaraque* découle des incisions d'un petit ar-

bre des côtes nord d'Afrique, nommé *thuya*; cette résine est en larmes brillantes, jaune pâle, se brisant par pression, brûlant avec flamme et répandant une odeur balsamique : elle se dissout dans l'alcool, et est la base des vernis à l'esprit-de-vin. Sa poudre sert à empêcher le papier de boire quand il a été gratté.

472. Le *mastic* est une résine qui découle des incisions faites à l'écorce d'un arbrisseau appelé *lentisque*; ce végétal croît sur les côtes de la Méditerranée, et principalement en Grèce. On cultive cet arbre dans l'île de Scio, d'où nous vient le mastic du commerce. La séve visqueuse qui découle des plaies se concrète à l'air en larmes d'un jaune clair, d'une odeur suave, d'une saveur piquante. Le mastic se ramollit sous la dent et se dissout dans l'essence, ce qui sert à le distinguer de la sandaraque, à laquelle il ressemble beaucoup : il entre dans presque tous les vernis, leur donne du liant et un beau poli. Son nom vient de ce que, dans l'Orient, on est dans l'usage de le mâcher sans cesse, pour parfumer l'haleine et blanchir les dents.

473. Le *sang-dragon* est de couleur rouge vif ou brun, en petites masses ovales de la grosseur d'une prune. On le retire des fruits d'un petit palmier nommé *rotang* (*calamus*), qui croît dans l'Inde orientale. On ramollit ces fruits à la vapeur de l'eau bouillante, et la résine transsude; ou bien on les concasse et on les cuit à l'eau, ce qui donne un sang-dragon moins pur et façonné en palets. Il s'emploie dans les vernis de toute espèce qu'on veut peindre en or. L'esprit-de-vin le dissout très-bien, et forme un vernis d'un beau rouge, qui tache et pénètre le marbre quand celui-ci est échauffé. Cette substance découle aussi des fissures du tronc d'un arbre des Canaries nommé *dracæna*, qui a de l'analogie avec les palmiers.

474. La *laque*, ou *gomme laque*, est une résine qui découle de plusieurs arbres laiteux de l'Inde, tels que les figuiers, par suite de la piqûre d'un insecte analogue à celui de la cochenille : le suc se concrète sous la forme de lame, de grain ou de bâton. La laque est rouge, demi-transpa-

rente, d'une saveur astringente, aromatique, lorsqu'on la brûle. Celle qui est plate a été fondue dans l'eau bouillante et coulée sur une pierre polie : elle sert à la fabrication de la cire à cacheter, à faire des couleurs lucidoniques, à la confection d'une poudre pour les dents, etc. On ne la dissout guère que dans l'esprit-de vin.

Nous avons parlé, nº 465, de la *térébenthine;* elle entre dans presque tous les vernis, leur donne du liant et de la limpidité.

475. La *gomme copal* est une résine qui découle d'une espèce de *sumac* de l'Amérique septentrionale, et se dessèche, devient fragile et d'un blanc jaunâtre transparent. Quoiqu'elle soit très-difficile à dissoudre dans les divers excipients, on l'emploie souvent, parce qu'elle donne aux vernis de l'éclat, de la dureté, de la transparence et une grande solidité.

476. Le *succin*, appelé aussi *ambre jaune*, *karabé*, ressemble beaucoup au copal; on le trouve dans les sables et argiles, principalement en Prusse, sur les bords de la mer Baltique, d'où il est détaché par les vagues et pêché avec des filets. Cette résine est en rognons solides, jaunes, brûlant avec flamme et répandant une odeur assez agréable; elle prend un beau poli, et paraît être un fossile d'origine végétale. Le succin est extrêmement électrique quand on le frotte. On le travaille au tour en pomme de canne, en vases et ornements divers. Il rend les vernis plus durs et plus inaltérables que le copal, auquel il ressemble beaucoup.

477. Pour dissoudre les résines dans l'alcool, il faut que ce liquide soit très-fort (à 35 degrés de l'aréomètre); on le chauffe un peu au *bain-marie*, et on y met la sandaraque, le mastic, ou etc., réduit en poudre fine; quand la solution est faite, on y ajoute une solution de térébenthine dans l'alcool : on fait jeter un léger bouillon, on passe à travers un linge fin, et on conserve dans un vase de verre très-propre. Il est bon de mêler à la résine du verre pilé pour éloigner les molécules et empêcher leur agglutination. Les *vernis à l'esprit-de-vin* servent à tous les objets d'intérieur, parce qu'ils sèchent vite et n'ont pas mauvaise

odeur. On en recouvre les boîtes, étuis, cartons, meubles, métaux, boiseries, violons, etc. Il donne au laiton une couleur d'or, quand la base est le sang-dragon; il faut chauffer un peu le métal. Le vernis de copal à l'alcool est le plus beau de tous. En général, ces vernis se mettent à frid, ou du moins à 15 degrés environ de température.

478. Les *vernis gras*, au contraire, se mettent en chauffant vivement les objets sur lesquels on les applique, on se sert d'un réchaud fait exprès. On les met à grands traits, en ne faisant passer que deux fois le pinceau, aller et revenir, sans croiser les coups. Pour préparer ces vernis, dont le copal et le succin sont la base essentielle, on fait fondre à sec ces substances par un feu bien conduit, et on ajoute une quantité à peu près égale d'huile de lin cuite, bouillante et bien claire, en agitant. La combinaison faite, on retire du feu, et on mêle de l'essence de térébenthine, pour donner de la fluidité au vernis et le faire sécher plus vite. Ensuite on laisse clarifier par le repos. Le vernis gras des voitures supporte, sans s'altérer, de fréquents lavages; il se fait avec la sandaraque, l'huile de lin et l'essence.

Le vernis noir des ferrures est fait avec de l'*asphalte*, de la colophane et du karabé, fondus séparément, mêlés ensemble, et en ajoutant de l'huile de lin et de l'essence.

Au reste, le vernis gras de copal ou de karabé s'emploie très-bien sur les métaux décapés et propres, dont on veut conserver l'éclat. On en applique une légère couche à froid, avec une éponge fine.

Quant aux vernis à l'essence, on ne les emploie guère que sur les tableaux; on les fait avec du mastic et de la térébenthine que l'on fait dissoudre ensemble dans l'essence. Le copal se dissout aussi dans l'essence, en faisant chauffer la résine en poudre, dans un vase, au bain-marie, et lorsqu'elle est fondue, versant l'essence chaude : on laisse ensuite clarifier par le repos, et on filtre. On en peut dire autant du karabé.

On emploie aussi des vernis colorés à l'essence, en détrempant les couleurs avec ce vernis; mais il vaut mieux peindre d'abord le sujet et vernir ensuite.

479. La *couleur lucidonique* n'est qu'un vernis à l'alcool fait avec la gomme-laque colorée ; elle sèche vite et n'a pas d'odeur. Pour les carreaux d'appartement, on fait cette couleur avec de la cire à cacheter, et même des débris de cachets de lettres, qu'on met dissoudre à froid dans l'alcool à 35°.

480. Pour empêcher la toile de laisser sortir entre ses mailles les choses qu'on y enferme, on l'enduit d'un vernis. C'est ainsi qu'on prépare les oreillers, lits de plumes, traversins, etc. Voici la composition dont on se sert. On fait fondre au feu de la cire et de la résine, et on y verse une solution de potasse caustique : la combinaison se fait ; elle doit être épaisse. On en imprègne la toile, et on l'empâte avec une spatule. Quand cette toile est sèche, on la plonge dans de l'eau chargée de 1 centième d'acide sulfurique. On dégorge ensuite, on fait sécher et on repasse au fer chaud.

Toutes les résines communes dissoutes dans de l'esprit-de-vin font des vernis qu'on emploie à des apprêts grossiers.

Les *toiles cirées* se font en couvrant une toile grossière, bien tendue, d'une composition épaisse de blanc d'Espagne et d'huile de lin lithargirée. On y applique deux couches ; quand elles sont sèches, on passe à la ponce pulvérisée et mouillée, et on pose un vernis de gomme laque à l'huile de lin et à la térébenthine qu'on colore à volonté. On y imprime aussi diverses figures, comme on l'a expliqué page 213 pour les papiers de tenture, ou bien on y exécute des peintures avec le pinceau.

Les *taffetas cirés*, ou *gommés*, se fabriquent à peu près de même, mais avec plus de soin, et en employant des matières plus fines. Le vernis dont on se sert de préférence est celui de copal.

Teintures, Mordants, Impression des tissus.

481. Si l'on plonge du fil, des étoupes, un tissu, dans un bain de teinture, la couleur n'a souvent qu'une faible adhérence avec cette substance, et disparaît par des lavages, à

cause du défaut d'affinité pour la matière colorante. Mais il en est autrement, si l'on a augmenté cette affinité en enduisant le tissu de certaines compositions appelées *mordants*. La couleur du tissu prend alors de l'éclat et de la fixité. Les mordants sont donc destinés à augmenter l'affinité des tissus pour les matières colorantes.

Quand l'étoffe n'en est imprégnée qu'en diverses places, et qu'on la trempe en entier dans le bain de teinture, la couleur n'adhère que sur ces places ; ce qui permet de distribuer successivement plusieurs couleurs différentes sur une même étoffe, par des immersions dans des bains colorés ; parce que le mordant n'a été appliqué qu'aux lieux où les couleurs doivent se fixer, en se servant de planches gravées en cuivre, ou de moules en bois, ou de cylindres gravés, servant à déposer le mordant sur ces places. C'est un art particulier que de régler ces applications successives, attendu que les mordants peuvent changer les couleurs, ou celles-ci se composer entre elles.

On ne se sert pas de mordants pour appliquer les couleurs du rocou, du carthame et de l'indigo. Les deux premières sont solubles dans la potasse et la soude ; en plongeant l'étoffe dans cette solution, il suffit d'ajouter un acide dans le bain, pour que cet acide s'empare de l'alcali, précipite la couleur qui se fixe alors d'elle-même. Il faut en dire à peu près autant de l'indigo.

Les mordants les plus usités en teinture sont l'alun, l'acétate d'alumine, le tartre, les vitriols de fer et de cuivre, la noix de galle, l'hydrochlorate d'étain. Ces substances ont déjà fait le sujet de nos recherches (nos 396, 397, etc.), excepté la dernière.

L'étain en grenaille se laisse facilement attaquer par l'acide hydrochlorique, en aidant l'action d'un peu de chaleur : l'étain se dissout avec quelque effervescence, et en dégageant un gaz fétide ; la liqueur est jaunâtre, susceptible de cristalliser : tel est l'*hydrochlorate d'étain*, employé pour élever certaines couleurs sur les toiles peintes, et comme mordant pour teindre en écarlate. Pour cette teinture, il est bon de charger la liqueur de chlore. Ce sel sert aussi dans la dorure de la porcelaine.

On fait aussi l'hydrochlorate d'étain en faisant fondre le poids 1 de sel ammoniac dans 8 d'acide nitrique à 30 degrés ; ensuite on ajoute 1 d'étain pur en grenaille, et 2 à 3 d'eau.

Plus le mordant est concentré, et plus son effet sur la matière colorante est marqué. C'est ainsi qu'avec la garance on peut produire toutes les nuances du rose tendre au rouge foncé, en se servant d'acétate d'alumine à des degrés divers de concentration ; et toutes les nuances du violet clair au noir, en se servant d'acétate de fer plus ou moins étendu d'eau.

Il nous serait impossible, sans entrer dans une multitude de détails qui seraient étrangers à notre plan, d'indiquer les procédés dont on fait usage pour teindre les tissus. Il nous suffira de dire que le rouge, le jaune, le bleu et le noir suffisant par leur mélange en certaines proportions pour produire toutes les couleurs, le teinturier compose ses bains avec les matières colorantes végétales (nº 438), de manière à prévoir l'action du mordant, et à obtenir non-seulement la teinte qu'il désire, mais aussi la nuance de cette teinte, en concentrant convenablement le mordant ; et quand la pièce entière ne doit pas être unicolore, pour que les traits de jonction des teintes soient purs et forment les dessins bien exécutés, il ne peut laisser au mordant sa fluidité naturelle, qui en favoriserait l'épanchement sur le tissu. Il donne alors au mordant une consistance visqueuse avec la gomme, la fécule, l'argile, ou toute substance qui n'en altère pas la vertu, et n'a pas d'action sur la couleur.

Pour teindre un fil, un tissu, il faut d'abord le dessuinter, le décreuser, et même souvent le blanchir, afin de n'avoir aucune substance étrangère interposée entre le tissu et le mordant, quand ensuite on applique celui-ci, soit sur toute la pièce, soit seulement par places. Ensuite on laisse sécher le mordant au degré convenable, et on fait agir la matière colorante ainsi qu'il a été expliqué. Après quoi on *dégorge* par des lavages à l'eau chaude, pour enlever les parties excédantes qui ne se sont pas combinées avec le tissu. On met aussi dans cette eau de la bouse de vache,

qui accroît l'adhérence des matières et décompose le mordant non combiné.

La teinture à l'indigo se fait différemment. Ou bien on fait dissoudre cette couleur dans l'acide sulfurique ; on étend d'eau, on chauffe, et on plonge le corps à teindre ; ou bien on prépare une *cuve* où l'indigo est dissous dans une eau alcaline, et après avoir chauffé à environ 40 degrés, on y plonge le tissu à diverses reprises, en l'exposant autant de fois à l'air. A la première sortie du bain, le tissu est jaunâtre, et l'air lui donne une nuance verte que les autres expositions successives font passer au bleu foncé. La cuve est préparée avec des dissolutions de vitriol vert, de chaux et de soude, ou bien d'alcali, de son et de garance : celle-ci s'appelle *cuve d'Inde.* L'indigo en poudre fine y est délayé, et on chauffe, en agitant, pendant environ deux jours.

Les draps sont faits avec des fils de laine qu'on teint. Souvent aussi la teinture n'est donnée qu'après le tissage, ou bien quelquefois on teint la laine avant de la filer (n° 183).

Les toiles peintes appelées *indiennes*, étaient autrefois coloriées avec des planches de bois, comme les papiers de tenture (n° 242), ou avec des planches de cuivre gravées, comme pour l'impression de la taille douce (n° 259). On faisait ces impressions en déposant le mordant aux places que les figures devaient occuper, et plongeant l'étoffe dans un bain de teinture; la couleur ne se fixait que sur le mordant : des lavages l'enlevaient des autres parties de la toile.

Maintenant on se sert de cylindres dont la surface est gravée, et qui tournent uniformément sur leur axe, en se chargeant du mordant par leur passage dans une auge. Ce mordant ne prend que sur certaines places, attendu qu'on en préserve les autres places par un vernis gras. La gravure des cylindres se fait au poinçon ou à l'eau forte.

Les toiles, étant cousues bout à bout, et roulées sur un cylindre uni, passent, d'un mouvement régulier, sur le cylindre gravé ; elles y sont pressées par un rouleau, comme dans le laminage. Le mordant prend de la sorte sur diver-

ses places qui ont des figures déterminées. Les toiles passent de là sur des cylindres chauffés par la vapeur qui les dessèchent. La chaleur augmente l'action du mordant. Lorsqu'on plonge ensuite la toile dans la cuve de teinture, la matière colorante ne s'attache qu'aux figures dont il s'agit, et le lavage enlève celle qui se trouve non fixée aux autres places. Si la toile doit recevoir plusieurs couleurs, on recommence la même opération pour chacune, en changeant les mordants, et les appropriant à la nature de la matière colorante.

XII. VITRIFICATIONS.

Poteries, Faïences, Porcelaines, Émail.

482. Les vases se font avec de l'argile mêlée de sable; souvent ces terres sont colorées par des oxydes qui conservent leur teinte après la cuisson; mais quand la matière colorante est végétale ou bitumineuse, elle se détruit au feu, et la poterie est blanche. L'argile est infusible, à moins qu'elle ne contienne de la chaux et autres substances qui la vitrifient; les alcalis lui donnent aussi cette propriété.

L'argile de Savignies, près Beauvais, celle de Forges et autres lieux, contient beaucoup de sable, et sert à faire les pots dits de *grès*.

Celle de la forêt de Dreux sert à faire les étuis, appelés *gazettes*, dans lesquels on cuit la porcelaine : elle est blanche et très-tenace.

L'argile de Montereau est grise, très-liante, très-fine; elle blanchit au feu, et constitue la terre dite *de pipe*, qui existe encore en divers lieux, et dont on fait de la poterie fine.

Les argiles anglaises sont très-fines et très-tenaces; on en fait de belles poteries, qui sont teintes de couleurs différentes.

En un mot, chaque pays offre des terres qui exigent peu de préparations pour devenir propres à la fabrication des poteries. Les vases de Sarreguemines, de Creil, de Monte-

reau, de Stradfort, etc., sont très-remarquables par leurs formes, leurs couleurs et leur solidité.

Après s'être procuré une argile infusible, et l'avoir bien épurée des corps grossiers qui s'y trouvent, on la corroie à l'eau et on rejette, pour des usages moins délicats, la partie qui se dépose la première. Du second dépôt, on fait une pâte qu'on colore avec divers oxydes métalliques, selon le goût du public. On y ajoute du sable, qu'on a d'abord fait rougir et jeté dans l'eau, pour que le refroidissement subit l'étonne et le rende moins dur. On broie ce sable sous la meule, et on le mêle à l'argile en proportion convenable. Moins il y a de sable, et plus l'argile est *réfractaire*, c'est-à-dire infusible : si bien que pour faire des *creusets* et autres vases qu'on veut exposer à un feu violent, il faut que l'argile soit presque de l'alumine pure. Dans les poteries communes, il y a un quart de sable et trois quarts d'argile.

Lorsque la pâte est bien préparée, on la met à sec et on la pétrit dans des moules qui ont la forme des vases qu'on veut faire. Si ces vases sont arrondis, on les travaille au tour. Mis sur un arbre ou mandrin qu'on fait tourner sur lui-même, on enlève avec le fer tout ce qui dépasse la surface qu'on veut obtenir, de manière à n'avoir que l'épaisseur demandée. On met alors ces vases à l'étuve où ils sèchent lentement ; puis on les porte dans un four qu'on soutient durant quarante heures au moins, et même pendant plusieurs jours, à une très-haute température.

On laisse ensuite refroidir peu à peu ; puis on met la couverte, qui est un oxyde métallique, et le plus souvent du minium. Il y a des manufactures où la couverte est mise avant la première cuisson, en sorte que la poterie est faite par un seul coup de feu.

Le vernis des poteries est une terre grasse et aqueuse où l'on plonge un instant la pièce, et d'où on la retire recouverte d'une couche mince. On la plonge ensuite dans une autre eau chargée de particules légères de minium ou de galène, mêlées à du sable très-fin. Cette matière pénètre dans tous les pores ; on fait sécher de nouveau, puis on met au feu. La couverte se fond, se vitrifie et revêt la

terre cuite, ou *biscuit*, d'une couche dure qui ne laisse pas filtrer les liquides. La couverte de la faïence est un *émail* blanc. Souvent celle de la faïence se fait encore avec un 5e de silex pulvérisé et quatre 5es de blanc de plomb; on y ajoute quelquefois du verre pilé. La couleur de cette couverte est jaune; mais on la colore aussi en y mêlant des oxydes de fer, de manganèse, de cuivre, d'étain.

483. L'*émail* se fait en calcinant ensemble du plomb et de l'étain, en proportions variables selon l'usage. On broie ensuite à l'eau, et on ajoute du sable pulvérisé et du sel, ou de la soude, ou de la potasse. On fond le tout au feu, et on obtient un émail blanc, opaque, qui sert de couverte à la faïence; on en fait des cadrans d'horloges et de montres, etc. Cet émail peut être rendu transparent, ou revêtir diverses couleurs, en y ajoutant des oxydes: celui de cobalt pour le bleu; de cuivre, de chrôme, pour le vert; d'or, pour le pourpre; de zinc et d'arsenic, pour le blanc; d'argent, pour le jaune, etc.

484. La *porcelaine* est originaire de Chine; on la fait très-belle en Saxe et en France. Cette poterie fine et demi-transparente est faite par le mélange de poudres très-fines de *pétunzé* et de *kaolin*; le premier est une pierre appelée aussi *feldspath*, très-commune dans les roches de certains pays; le second est une espèce d'argile très-blanche, qu'on trouve au Japon, en Chine, en Angleterre, près Limoges et Cherbourg, etc. On y mêle aussi quelquefois de la magnésie, des os pulvérisés, etc. On tamise le tout, on en forme une pâte, et on abandonne la matière à son action propre pendant un temps plus ou moins long; six mois suffisent; mais en Chine, on y emploie jusqu'à dix ans et plus encore.

Pour employer cette pâte, on la triture et on la bat, pour en chasser les bulles d'air; puis on la façonne au tour, comme les autres poteries, mais en y apportant un grand soin. Les vases ainsi préparés sont mis à l'étuve dans des moules en plâtre qui absorbent l'humidité: les voûtes, les planchers, les tablettes y sont aussi en plâtre. Au bout d'environ deux heure les pièces sont sèches; on les répare avec un couteau; on les polit avec le creux de la main; enfin on les en-

ferme dans des *gazettes* (*V.* page 397), et on les met au four pendant quarante-huit à soixante heures, en élevant graduellement la chaleur. Alors le *biscuit* est terminé. Il reste à le recouvrir d'émail blanc ou coloré, ce qu'on pratique par les moyens précédemment exposés.

485. Quelquefois on fait porter aux poteries différents dessins d'impression. On obtient cet effet en tirant, à l'ordinaire, sur le papier, une gravure sur cuivre, et la superposant sur le biscuit, l'étendant sans plis et appuyant avec un rouleau de flanelle. Après une heure environ d'application, le biscuit a absorbé la couleur; on mouille le papier et on l'enlève doucement; on sèche à un feu doux pour volatiliser l'huile de l'encre d'impression. Enfin on applique le vernis et on met au feu.

Les beaux dessins qu'on applique sur la porcelaine sont faits au pinceau avec des matières colorantes que le feu fixe sur les vases : il faut un grand talent pour exécuter ces sortes de tableaux, parce que la chaleur change les nuances des couleurs, et qu'il faut prévoir ces effets lorsqu'on compose les dessins.

Verres, Vitres, Glaces, Cristaux.

486. Le verre se fait avec du sable, et de la potasse ou de la soude. Ces matières, suffisamment élaborées, broyées, sont mises dans un creuset, et exposées à un feu violent pendant trente heures. Souvent on y ajoute du minium, et on obtient le *cristal*, avec lequel on fait des lustres, des flambeaux, des vases. Un peu d'oxyde noir de manganèse corrige le ton vert que donne l'alcali.

Les glaces se font en coulant la matière sur une table horizontale; on ne se sert pas d'oxyde de plomb pour les glaces, et on y préfère la soude à la potasse : le manganèse et la chaux y sont aussi mêlés en petite proportion, quelquefois avec du nitre, de l'arsenic. Ces glaces sont coulées à Saint-Gobin; on les polit et étame à la manufacture du faubourg Saint-Antoine, à Paris.

Le verre de gobeletterie commune, carafes, verres à boire,

flacons, etc., se fait aussi comme celui des glaces; on y emploie la soude de préférence; il en est de même du *verre à vitres*. Le souffleur prend de la matière fondue au bout d'un long tube de fer, et souffle une grosse boule, à peu près comme on fait des bulles de savon, avec un chalumeau de paille. Mais pour donner à cette boule une grande dimension, il est obligé de remettre souvent le globe au feu, de l'accroître de nouvelle matière, et de souffler à diverses reprises. Quand la boule a acquis le volume désiré, il lui donne un mouvement particulier, et la roule, en la passant sur une table de fonte, pour lui donner la forme allongée. Il en détache ensuite la calotte du haut et celle du bas, pour en faire une sorte de manchon, qu'il fend dans sa longueur. Ces incisions se font avec la plus grande facilité, en appliquant, sur le verre rouge, un tranchant en fer mouillé d'eau froide. En exposant le manchon ainsi fendu à l'action du feu, le verre se développe et s'étend en lame carrée.

Les glaces de petites dimensions, ou *miroirs*, se font comme les vitres.

Les bouteilles à vin se font aussi avec du sable et de la potasse; on y ajoute un peu de sel et de chaux. Ces matières ne sont pas choisies comme pour les verres blancs, et la couleur verdâtre est due aux oxydes métalliques qui s'y trouvent naturellement. L'ouvrier souffle une boule, avec un tube de fer, ainsi qu'on l'a dit ci-dessus; il fait entrer cette boule dans un moule en fer qui détermine le volume de la panse. Le col résulte du poids de la masse qui tire en bas la matière encore liquide. Le verrier ne prend d'ailleurs dans le creuset que la quantité nécessaire pour que le verre ait la même épaisseur et le même volume dans toutes les bouteilles.

C'est par le même procédé qu'on donne aux carafes, flacons, verres, la forme qu'on désire. Quand le moule est taillé en dessins creux, le verre s'y applique, et en sort recouvert de parties saillantes qui forment des côtes, des fleurs, et autres objets.

Dans tous les cas, il est nécessaire d'exposer les pièces qu'on vient de faire dans un four dont le fond est fortement

chauffé. On les y apporte successivement, à mesure qu'elles sont confectionnées, et on les pose sur des supports en fer dans le lieu le plus échauffé; ensuite on les en éloigne par degrés, de manière qu'elles ne se refroidissent que peu à peu; c'est ce qu'on appelle le *recuit*. Sans cela les verres seraient sujets à se briser au moindre choc, et même sans cause apparente. On voit quelquefois des pièces qui se sont ainsi brisées d'elles-mêmes, faute d'un recuit convenable.

Quant aux glaces coulées sur table, elles en sortent grossières, et il reste encore à les travailler. Pendant que la matière est liquide, elles sont d'abord passées sous un rouleau de métal qui la répartit avec égalité. Ces tables sont montées sur des roulettes, et on les porte à la bouche des fourneaux, qui ne les laissent refroidir que peu à peu.

487. Pour polir les glaces, on en place une sur une table, où elle est retenue par un scellement en plâtre. Une autre glace est fixée dans un châssis de bois qui permet de la transporter au-dessus de la première, et de lui communiquer un mouvement de va-et-vient. Le sable répandu entre les deux glaces, et mouillé, frotte et dégrossit les surfaces. On se sert successivement de sable de plus en plus fin, et enfin de l'émeril. Le *fini* se donne ensuite à la main avec de l'oxyde d'étain ou de fer. Dans l'opération du polissage des glaces, on réduit souvent l'épaisseur du verre à moitié.

488. Pour étamer la glace, on applique une feuille d'étain, très-mince et très-uni, sur une table de marbre horizontale, et on la recouvre d'une couche de mercure. L'amalgame s'opère. Quand l'action des deux métaux est parfaite, on présente le bord de la glace et on la fait glisser avec précaution sur ce bain, de manière qu'il ne reste aucune bulle d'air attachée au verre. On charge la glace de poids; la pression sur toute l'étendue chasse l'alliage excédant par une rigole qui le reçoit, et il n'en reste que la petite quantité qui est nécessaire pour se coller à la surface; enfin, on attend que l'amalgame soit adhérent au verre.

Il y a des espèces de verre qui se détériorent à l'air et au soleil; cela provient d'un excès d'alcali qui les rend altérables, ou de ce que la température du creuset n'a pas été soutenue assez longtemps. Aussi, les dernières pièces fa-

briquées, lorsque la chaleur a tombé, sont-elles peu estimées. La soude donne au verre plus de solidité que la potasse.

489. On colore le verre avec différents oxydes métalliques ; on fait même des cristaux qui imitent les pierres précieuses, avec toutes leurs nuances. L'art de faire le *strass* a été porté à la dernière perfection depuis vingt ans (*Voyez* page 201). Les anciens, en réunissant des morceaux de verres de couleur taillés convenablement, en faisaient des tableaux curieux. Les murs de l'église de Saint-Pierre de Rome, ont des copies des tableaux de grands peintres, faits en *mosaïque* de ce genre, qui ne sont pas sujettes à s'altérer par l'action de l'air. Il y a en cette ville des fabriques de bijoux en mosaïque qui représentent des fleurs, des animaux, des parties de monuments, à l'aide d'émaux diversement colorés, et réunis par un ciment. Beaucoup de salles basses en Italie sont pavées par de belles mosaïques faites avec des cailloux de couleurs diverses, qu'on use, rend planes, et polit après leur jonction opérée artistement.

490. Pour fabriquer les tubes de verre qui servent aux expériences des laboratoires, et dont on fait des thermomètres, des baromètres et divers appareils, on prend une grosse goutte de verre fondu au bout de la canne de fer ; on la souffle en boule, puis on la tire vivement par l'autre bout pour l'allonger, en tournant continuellement. Il en résulte un tuyau creux dont le canal a un diamètre et une épaisseur dépendante des conditions du globe d'insufflation.

Quand la boule a été aplatie, le canal est plat intérieurement, et on sait, à volonté, le rendre plat ou rond à l'extérieur, parce qu'on peut ajouter au globe aplati de la matière en dessus et en dessous. On a imaginé d'appliquer une couche d'émail d'un côté du globe, en sorte que le tube qui en résulte porte une bande blanche longitudinale, qui rompt la lumière, et permet de voir facilement les mouvements du mercure dans le thermomètre. Pour fabriquer ces tubes, il ne faut pas les tordre en les allongeant.

Les tubes de verre prennent une multitude de formes en les travaillant à la lampe d'émailleur, représentée figure 145 : sur une table AA est posée la lampe CD, dont la grosse mèche, abreuvée d'huile, est partagée en deux; entre ces moitiés vient aboutir le bec I, qui lance le vent d'un soufflet LM placé sous la table : ce soufflet est manœuvré avec le pied, à l'aide d'une pédale N, et de la corde O passée sur la poulie P. Le jet de vent pousse, en un dard aigu, la flamme réunie des deux parties de la mèche; ce dard doit avoir une lumière blanche bleuâtre, sans fumée; il excite une vive chaleur. La lampe C est dans sa cuvette D, qui reçoit les égouttures et saletés de la mèche.

On expose le tube de verre au dard de la lampe; on le ramollit en le faisant passer au rouge et au blanc. Dans cet état, on peut le contourner de mille manières, le souder à un autre tube aussi rougi, le souffler en boule avec la bouche, etc. On compose de la sorte un grand nombre de petits instruments de physique et de chimie.

XIII. MÉCANIQUE.

491. Cette science est destinée à donner aux forces naturelles, et à celles des animaux, la direction et l'intensité qui les rend propres à équilibrer les poids, ou surmonter les obstacles, ou produire des effets déterminés. Les agents qu'on y emploie sont appelés *machines :* ce sont des appareils de constructions très-variées, dans lesquels la puissance agit d'une part et la résistance de l'autre, par l'intermédiaire de pièces mobiles et de parties fixes. Dans le plan que nous nous sommes proposé de suivre, nous ne devons pas envisager cette science sous le rapport démonstratif, mais seulement indiquer la forme des machines les plus usitées, l'emploi qu'on en fait, les effets qu'on en obtient. Toutefois il est deux ou trois principes fondamentaux qu'il convient d'énoncer avant tout, pour répandre plus de lumière sur les descriptions, et faciliter l'intelligence des procédés.

492. *Parallélogramme des forces.* Lorsque des puissances tirent ou poussent un corps, en agissant dans la même ligne droite, elles équivalent à une seule égale à la somme de celles qui agissent dans un sens, moins la somme de celles qui sont en sens contraire, ce qui est d'ailleurs parfaitement facile à concevoir.

La force qui, à elle seule, produit le même effet que plusieurs autres et peut les remplacer, est appelée *résultante.*

Mais si les forces agissent dans des directions différentes, voici ce qui arrive. Supposons qu'une force P tire le point mobile A (fig. 71) dans la direction AP, de manière à lui faire parcourir l'espace AB en un temps déterminé, tel qu'une seconde; que de même la force Q, si elle agissait seule, tire le point A et l'emmène en C, aussi en une seconde : lorsque les actions de ces deux forces s'exerceront ensemble sur le point A, ce mobile n'ira ni en B, ni en C, mais suivra une ligne intermédiaire AR, et arrivera en D en une seconde. D'où résulte que la force R, qui fera décrire AD en une seconde, tiendra lieu à elle seule des forces P et Q, et en sera la résultante.

Or, voici comment on trouve la direction et l'intensité de cette force, c'est-à-dire la ligne AD; menez par le point B la ligne indéfinie BD parallèle à AQ, et par le point C la ligne CD parallèle à AP; vous formerez un parallélogramme ABDC, dont la diagonale AD sera la ligne cherchée, qui représente la direction de la ligne que le mobile parcourra, et l'espace AD qu'il aura décrit en une seconde.

Et si vous imaginez une force AS égale et opposée à AR, les trois forces P, Q et S, se feront équilibre, et le point A restera immobile sous leur action simultanée, parce que S détruit visiblement R, qui équivaut à P et Q agissant ensemble.

La proposition que nous venons d'énoncer est ce qu'on appelle le *parallélogramme des forces* : elle sert visiblement à trouver la résultante de tant de forces qu'on voudra, agissant sur un point mobile, puisqu'on peut réduire ainsi deux de ces forces en une seule qui leur équivaut; puis celle-ci et une troisième, aussi en une seule; et ainsi

des autres forces jusqu'à ce qu'il n'en reste plus que deux, dont on trouve de même la résultante.

493. *Levier*. Soient deux forces parallèles P et Q (fig. 74) dont l'action s'exerce en tirant l'une le point A, l'autre le point C, d'une verge rigide AC, dont l'un B des points est fixément arrêté; en sorte que cette verge ne puisse que tourner autour de l'obstacle B. Si ces forces sont telles que chacune multipliée par la longueur de la verge qui s'étend du point fixe B à son point d'application, c'est-à-dire si les produits de la force P par AB, et de la force Q par BC, sont égaux, il y a équilibre. Que P soit un poids de 50 kilogr., et Q un poids de 10 kilogr., ces poids seront en équilibre autour de l'arrêt fixe B, si BC est cinq fois AB, que par ex. AB soit 4 décimètres, et BC 20 décimètres : parce que les multiplications de 50 par 4, et de 10 par 20, donnent le même produit 200.

On donne le nom de *levier* à toute verge solide qui a un point d'arrêt fixe, et celui de *bras de levier* aux longueurs AB, BC : AB est le bras de levier de la force P; BC est celui de la force Q. Ainsi notre proposition revient à celle-ci : *Pour que deux forces parallèles agissant sur un levier restent en équilibre, il faut que le produit d'une des forces multipliée par son bras de levier, soit le même que le produit de l'autre force par son bras de levier.*

Et s'il arrive que les forces P et Q (fig. 69) ne soient pas parallèles, et que le levier ABC ne soit pas rectiligne, la même proposition subsiste encore, pourvu qu'on prenne pour bras de levier, non plus les longueurs AB, BC, mais celles des perpendiculaires BD, BF, abaissées de l'appui fixe B sur les directions PA, QC des forces, prolongées s'il est nécessaire. Lorsque P multiplié par la longueur BD donne le même produit que Q par BF, l'équilibre subsiste.

Il existe des leviers de bien des formes. Tantôt l'appui fixe est situé entre la puissance et la résistance, comme dans les fig. 69 et 74; tantôt c'est la puissance qui est située entre l'appui et la résistance; tantôt enfin la résistance est entre l'appui et la puissance : la rame a son appui dans l'eau, la résistance vers le milieu (c'est le bateau qu'on veut mouvoir), la puissance motrice est au bout supérieur

Il y a des leviers droits, de courbes, de coudés, mais dans tous les cas, notre proposition reçoit généralement son application. Les tirages des sonnettes (fig. 94) sont des leviers coudés.

La *poulie* AB (fig. 70) équivaut à un levier coudé PACBR dont les bras CA, CB sont égaux; aussi la puissance P et la résistance R sont-elles égales dans le cas d'équilibre; ce qui revient à dire que les poulies transmettent l'action d'une force, en changent la direction et conservent son intensité.

494. *Centre de gravité.* Tontes les molécules des corps sont soumises à l'action d'une force appelée *pesanteur* qui les sollicite vers le centre de la terre. En composant toutes ces forces deux à deux, on obtient la résultante, qui est le *poids* du corps. Cette force passe par un point de la masse qu'on appelle *centre de gravité.* Si l'on place un appui fixe en ce point, quelque position qu'on donne au corps, il y restera suspendu en équilibre; et si l'appui est situé sur un autre point de la verticale menée par ce centre, le corps sera encore en repos; la résultante des forces de la pesanteur est détruite par l'appui fixe.

495. *Frottement.* Lorsqu'à l'aide d'une machine deux forces se font équilibre, il semble qu'il suffirait d'augmenter un peu l'une d'elles pour la rendre prépondérante et déterminer le mouvement; mais il n'en est pas ainsi. Les surfaces des corps, quelque polies qu'elles soient, ont des aspérités qui, engagées les unes dans les autres, exigent une force pour soulever les corps et les dégager. Cet effort constitue le frottement, lequel est souvent considérable. Pour le surmonter, il faut accroître la puissance d'une quantité qui varie avec l'état des surfaces, et s'élève jusqu'au tiers de la pression, et même plus encore.

Le corps qui se meut dans l'air, ou dans l'eau, perd peu à peu son mouvement; la résistance du fluide est donc encore un obstacle à vaincre, qui exige l'addition perpétuelle d'une force nouvelle, si l'on veut que le mouvement du corps se conserve.

Machines simples.

496. La plus simple des machines est le *levier*, dont nous avons déjà parlé. Ce n'est ordinairement qu'une *pince* ou grosse barre de fer, dont le bout aminci est passé sous le fardeau qu'on veut mouvoir. On dispose un appui fixe près de ce point de contact, et la puissance agissant à l'extrémité du grand bras de levier n'a plus besoin d'être qu'une petite fraction du poids, précisément celle du court bras au long, pour que le fardeau entre en mouvement. Une force de 15 kilogrammes peut ainsi soulever un poids de 150, 200, et plus encore, selon que l'appui est plus ou moins voisin de ce poids.

497. Lorsqu'un corps est sur un plan horizontal, son poids est détruit, et sauf la résistance du frottement, toute force est capable de le mouvoir. Si le *plan est incliné*, il n'y a qu'une partie du poids du corps qui est détruite; la puissance est destinée à porter le reste. Plus la pente est rapide, plus cet excédant est considérable, et plus aussi la puissance motrice doit être grande pour déterminer le mouvement. Le plan incliné est employé à élever de lourds fardeaux.

498. La *poulie* est une roue AB (fig. 70) dont le contour est creusé d'un conduit appelé *gorge*, dans lequel est engagée une corde; les extrémités de cette corde sont tirées, l'une par la puissance P, l'autre par la résistance R. Sans le frottement, ces forces, pour être en équilibre, doivent être égales : ainsi, la poulie n'offre aucun avantage à la puissance sur la résistance, parce que c'est un levier dont les deux bras CA, CB, sont égaux : seulement la direction de la puissance est changée, puisque la résistance R est comme si elle était tirée par la force P dans le sens de R vers B. Celui qui tire un seau d'un puits avec une poulie, agit plus commodément de haut en bas, parce qu'il ajoute le poids de son corps à la force de ses muscles.

L'*écoperche* est une pièce de bois portant une poulie à son extrémité; elle sert à enlever les pierres au haut des constructions, etc.

Mais la poulie mobile (fig. 79) favorise la puissance P qui tire le cordon. La résistance R agit sur l'axe libre C; l'une des extrémités de la corde est attachée à un appui fixe A : Alors la puissance P retient en équilibre un poids R double de P quand les deux cordons AB, PD sont parallèles.

499. C'est sur ce principe que sont établies les *mouffles* employées dans la marine, les constructions, etc. (fig. 87). Dans une *chape* A sont assemblées deux ou trois poulies tournant sur le même axe : un autre système B, absolument semblable, est lié au premier par une corde qui, fixée à la chape supérieure par un de ses bouts, enlace toutes les poulies, passant de l'une à l'autre : la puissance M tire l'autre bout du cordon ; la résistance R est un poids porté par la chape inférieure. Tous les cordons sont à peu près parallèles, allant de la mouffle mobile à la mouffle fixe. S'il n'y a qu'une poulie à chaque mouffle, la puissance M est à la moitié du poids R ; elle en est le quart pour deux poulies à chaque mouffle, le sixième pour trois poulies, le huitième pour quatre, etc...

Observez que dans la poulie mobile simple (fig. 79), le poids R monte et descend deux fois moins que la force P, parce qu'il faut que chacun des deux cordons AB, PD, se raccourcisse d'un décimètre, pour que le poids R monte d'un décimètre ; en sorte que la force P doit développer deux décimètres de corde. De même dans la mouffle à deux poulies, la marche du poids est 4 fois plus lente que celle de la force M (fig. 87) ; elle l'est 6 fois plus, quand il y a trois poulies, 8 fois pour quatre, etc... On se sert des mouffles soit pour donner à la force une intensité propre à lui faire surmonter une résistance 2, 4, 6, 8... fois plus grande qu'elle, ou pour que le poids R marche 2, 4, 6, 8... fois moins vite que la force M.

500. Le *treuil* est un appareil représenté (fig. 81) ; il est composé d'un cylindre dont l'axe AB est porté sur deux *collets* qui soutiennent les *tourillons* A et B ; une corde qui est attachée par un bout à ce cylindre, l'enroule et porte un poids R à l'autre extrémité. Une roue CF, perpendiculaire à l'axe AB, fait corps avec le cylindre, en sorte que l'une ne peut tourner sans l'autre. Une seconde corde FP,

fixée à cette roue par un de ses bouts, l'enroule et est tirée par une force P. Pour que cette force fasse équilibre au poids R, il faut considérer cette machine comme un levier, où la force P aurait pour bras le rayon CF de la roue, et la résistance R, le rayon CD du cylindre. Si l'un de ces rayons est, par exemple, 14 fois l'autre, la force P équilibrera un poids 14 fois plus grand qu'elle.

501. Cette machine sert donc à donner aux puissances l'intensité qui leur permet de triompher de résistances considérables. Du reste, on en varie beaucoup la forme. La figure 84 représente la *roue de carrières :* la puissance, au lieu d'agir en tirant une corde, est remplacée par le poids d'un ou plusieurs hommes qui montent sur les *alluchons* ou chevilles, dont le contour de la roue est garni.

La figure 75 est une *grue* servant à enlever de lourds fardeaux : c'est le treuil précédent NQ, dont la corde, à l'aide de poulies *c*, *e*, *d*, *b*, se rend à la résistance P, qui est portée par une *louve* ou tenaille, et par une poulie mobile *a*.

La machine à mâter est une *grue* fixe, dont la tête est élevée à 50 mètres environ.

Dans la figure 76, la roue est remplacée par des barres ou leviers que la main saisit par l'extrémité, et tire pour faire tourner le cylindre. Le *cabestan* (fig. 66) est encore un treuil destiné à amener peu à peu les fardeaux; le cylindre y est vertical. Les marins font un usage perpétuel de cette machine.

502. Les *manivelles* (fig. 83) sont des bras AA courbés ou coudés qui sont fixés à l'axe du cylindre C, et servent à le faire tourner. Le cercle que décrit la puissance représente la roue du treuil : cette machine est donc un treuil d'une forme particulière.

503. Il faut en dire autant d'une *roue dentée* D (figure 75), parce qu'elle en porte une plus petite *d*, qui fait corps avec elle; la première D tient lieu de la roue du treuil; la seconde *d* remplace le cylindre; elle est appelée *pignon :* on en fait un fréquent usage en horlogerie et dans un grand nombre de machines. Le plus souvent, cet appareil se forme de plusieurs roues A, B, C, D, E, engrenant leurs

dents ensemble, savoir chaque grande roue avec le pignon de la roue suivante.

Ce qu'il importe de remarquer, c'est que, d'un côté, la force P, qui agit sur la première grande roue A, fait équilibre à une force R beaucoup plus considérable, agissant sur le dernier pignon *e* : et d'un autre côté, la vitesse des roues d'engrenage dépend du nombre des dents. Ainsi, que la roue E ait 84 dents, et le pignon *d* 12 : chaque fois que la roue D fait un tour, il n'a passé que 12 dents de la roue F, et ce n'est qu'après 7 tours de la première que la seconde a accompli le sien. D va donc 7 fois plus vite que E. De même, si D a 78 dents, et le pignon *c* 12, la première va 6 fois et demie plus lentement que la seconde, parce que 78 est 6 fois et demie 12. Ainsi, la roue E qui va 6 fois et demie plus vite que D, va 7 fois 6 et demi, ou 45 fois et demie plus vite que E, et ainsi des autres. Et comme les nombres des dents sont proportionnels aux circonférences, c'est-à-dire aux rayons, on verra de même que la force P, qui agit sur la première grande roue, n'est que le 2730e de celle R qui lui fait équilibre, agissant sur le dernier pignon *e*; comme aussi A court 2730 fois plus vite que E, d'après les nombres de la figure 73.

504. Les grandes roues se font le plus souvent en bois. Les dents sont remplacées par des chevilles qui engrènent avec d'autres ; celles-ci sont parallèles et forment un cylindre appelé *lanterne* (fig. 106), tenant lieu de pignon : la roue prend le nom de *hérisson*, quand les chevilles sont le prolongement des rayons, et de *roue* quand les dents sont perpendiculaires au bord latéral (fig. 75 et 84) : les chevilles s'appellent *alluchons*. On appelle *arbre de couche*, le cylindre horizontal tournant qui communique son mouvement par des engrenages.

505. Le *cric* (fig. 82) est composé d'une barre AB dentée latéralement, appelée *crémaillère*, qui est retenue dans un bâti CD appelé *chappe :* les dents de cette barre engrènent avec un pignon I qu'on fait tourner avec une manivelle M. C'est donc encore une sorte de treuil qui meut la barre, au bout supérieur de laquelle pèse le fardeau B qu'on veut soulever ; la barre entraîne ce poids

dans son mouvement vertical. Cette machine donne à la puissance une force considérable, et d'autant plus que le rayon de la manivelle est plus long, et le rayon du pignon plus court.

506. La *vis* (fig. 85) est un cylindre AB revêtu d'un cordon spirale; ce cordon, appelé *filet*, doit être parfaitement régulier, c'est-à-dire qu'une parallèle à l'axe est toujours coupée en parties égales par le filet à chaque révolution : cette distance entre deux filets consécutifs est ce qu'on nomme le *pas de la vis*. Il y a des filets de deux sortes, les uns triangulaires, les autres carrés (fig. 104). Un autre corps D, nommé *écrou*, est creusé en dedans d'un conduit en spirale, dont le pas et la dimension sont un peu plus grands que ceux de la vis : l'un est le moule de l'autre, si bien que la vis peut entrer dans l'écrou et s'y loger exactement. L'écrou est fixe et la vis est mobile circulairement, ou bien l'écrou est mobile et la vis fixe.

Si la puissance P, aidée d'une barre, fait tourner l'écrou, ce corps montera ou descendra le long de la vis. Cette machine sert à plusieurs usages. Tantôt on place un corps entre un obstacle fixe et la pièce mobile, ce qui produit une forte compression (Voyez *Presse*, *Étau*); tantôt on fait porter à cette pièce un poids que la puissance doit soulever en tournant. Le frottement qui est ici considérable sert aussi à retenir le corps comprimé ou élevé, sans le secours d'une action continuée.

La *vis sans fin* (fig. 88) est une combinaison de la vis, sans son écrou, et d'une roue dentée : la vis est tournée par une manivelle.

507. Le *coin* (fig. 86) est un prisme triangulaire ABC, qu'on insère dans une fente pratiquée à un corps qu'on veut briser en fragments. Ce prisme est en fer ou autre matière très-dure : on frappe avec un marteau sur la *tête* B du coin, qui est la face opposée à l'arête AC, introduite dans le corps. Cette machine a une grande force. Elle est encore employée à exercer d'énormes pressions : on chasse le coin entre deux obstacles inébranlables, et la matière à comprimer est serrée fortement contre les obstacles.

Après avoir passé en revue les machines élémentaires

qui sont employées, soit seules, soit combinées entre elles, nous allons indiquer les principaux appareils en usage, et les résultats qu'on en obtient.

Balance.

508. La balance (fig. 89) est un levier à bras égaux, qui sert à trouver le poids des corps. La tige AB, appelée *fléau*, soutient à ses bouts des plateaux C, D, suspendus par des cordes à un anneau; cet anneau, passé dans une encoche, est tellement façonné en *couteau*, qu'il peut s'y mouvoir librement. La *chape* ME se tient à la main, ou est attachée par le haut à un crochet immobile; l'axe xy de suspension du fléau est aussi taillé par-dessous en couteau, et engagé dans deux yeux opposés de la chape. L'aiguille g, fixée au-dessus de cet axe, peut passer librement dans l'ouverture f de la chape.

On met la substance C qu'en peut peser dans l'un des plateaux, et dans l'autre des poids D, qui établissent l'équilibre, ce qu'on reconnaît en voyant si le fléau est horizontal, c'est-à-dire si l'aiguille g reste dans la direction de l'ouverture f de la chape, attendu que cette ouverture est toujours verticale, et que l'aiguille est exactement perpendiculaire au fléau.

Mais il faut, pour que la balance soit juste, que les points xy, de contact de l'axe avec la chape, soient au milieu de la longueur entre les couteaux A et B de suspension des plateaux. On voit aisément si la balance est bien construite, en changeant les poids C et D de plateaux; car alors l'équilibre doit encore subsister. S'il n'en est pas ainsi, la balance est frauduleuse.

Le gouvernement punit d'amendes les marchands qui se servent de balances fausses, et exige qu'on ne se serve que de poids *étalonnés*, c'est-à-dire vérifiés et marqués par ses agents. Des inspecteurs font, de temps à autre, la visite des boutiques pour surveiller les commerçants.

Romaine, Peson.

509. L'usage de la romaine est prohibé dans le commerce, parce qu'il peut autoriser la fraude, sans que le public ait des moyens faciles de la reconnaître. C'est une balance à bras inégaux (fig. 90); il n'y a qu'un seul plateau M, où l'on place la marchandise; et il faut approcher ou reculer le poids constant P de l'axe A de la chape, jusqu'à ce que l'équilibre soit établi. Des traits marqués le long du grand bras AC indiquent par des chiffres, le poids du corps M. Il y a des *couteaux* aux trois points A, B et P de suspension. Il faut que, quand on ôte les poids M et P, la romaine soit naturellement en équilibre. Souvent on remplace le plateau M par un crochet auquel on suspend la marchandise.

Dans les usages domestiques, la romaine est très-commode, parce qu'à l'aide d'un seul poids P, on peut peser des corps de poids très-inégaux, sans éprouver aucun embarras. La tige AC porte sur l'une de ses faces des graduations qui indiquent les poids cherchés. On peut même remplacer le poids fixe P par un autre plus fort qui donne des pesées de corps plus lourds. On marque sur une autre face des graduations en relation avec ce second poids.

510. On applique aussi le nom de romaine à un appareil qu'on appelle plus ordinairement *peson*, qui donne le poids des corps par la flexion qu'en éprouve un ressort d'acier. Le plus usité a la forme représentée fig. 93. ABC est une lame d'acier coudée en V, aux extrémités de laquelle sont soudés les arcs de cercle AC, DE, l'un en D, l'autre en C : des fenêtres en A et E laissent passer ces arcs, quand le ressort est fléchi; un arrêt I limite la flexion, pour qu'un poids P trop fort ne puisse pas altérer l'élasticité du ressort. On tient à la main l'anneau F fixé à la branche AB, et le poids qu'on veut peser est suspendu au crochet E. Sous cet effort, le ressort est fléchi, et la barre AB se rapproche de l'arrêt I, en un point où on lit un chiffre qui indique le poids. Les divisions marquées sur l'arc AI sont déterminées par des épreuves.

Brimbales, Leviers coudés.

511. Les *brimbales* sont des leviers droits ou courbes, dont les bras sont très-inégaux, et qu'on fait aller et venir alternativement, pour agir sur la résistance. Beaucoup de pompes sont mues de la sorte; le piston attaché à une *bielle*, ou tringle de communication, monte et descend, quand la puissance descend et monte (*Voyez* fig. 95).

512. Les *mouvements de sonnettes* pour les appartements sont des leviers coudés DAB, fig. 94; on fiche un clou en A dans le mur; le levier pivote autour de ce point, quand on tire le cordon CD; le cordon horizontal BE agit sur la sonnette. Et si l'on est obligé de faire dévier de nouveau la direction BE à l'angle droit, on dispose un autre levier coudé, qui la change comme CD a été changé en BE: c'est ainsi que le fil de fer, perçant les murs ou suivant leur direction, arrive jusqu'à la sonnette. Celle-ci est suspendue au bout d'une lame d'acier contournée en ressort spirale, dont le bout intérieur est fixé à un clou qu'on fiche dans le mur. Le tirage de la sonnette fait frapper le battant, et le ressort la ramène à sa place, et ramène aussi les leviers à leur position primitive.

513. Quand on veut communiquer le mouvement de rotation d'une roue à une autre qui en est éloignée, on se sert d'engrenages, (fig. 73); mais il est ordinairement plus commode d'enrouler sur les deux roues une *corde sans fin* (fig. 72). Pour que cette corde reste tendue, on fixe sur une partie de sa longueur un *ressort à boudin*. Si la corde est croisée entre les roues, comme fig. 72, les deux roues tournent en sens contraires; autrement elles vont dans le même sens. Leurs vitesses sont inégales et dans le rapport des rayons; quand la grande roue a un rayon triple de la petite, elle tourne trois fois moins vite.

Chèvre.

514. Cette machine est destinée à élever de lourds fardeaux; on l'emploie principalement aux constructions de

bâtiments pour monter les pierres aux étages supérieurs. Elle est composée (fig. 108) de deux longues pièces de bois RB, RC, ou *bras* assemblés avec une traverse ou *entretoise* BC, en forme de triangle RBC. On dresse les bras en l'air, et on les y maintient par des *haubans*, ou forts cordages, fixés aux corps voisins : ou bien, on assemble en haut une jambe de force RA, nommée *bicoq*, qui arcboute le sommet, auquel il est articulé par un boulon ; ce boulon fait fonction de charnière ; ainsi, on peut écarter le bicoq des bras autant qu'il est nécessaire, pour que le système soit stable sur ses trois pieds.

On dispose le sommet R verticalement au-dessus du poids M qu'on veut élever : on y attache la chape d'une poulie D, et la corde est passée dans la gorge de cette poulie, attachée d'un bout au corps M qu'on monte, et de l'autre à un treuil T, qu'on fait tourner avec des leviers L, ou par une manivelle et des roues dentées.

515. La chèvre des carrossiers (fig. 107) est formée d'une bascule BO, assemblée au bout de deux bras CR, BR, construits, en petit, comme ceux de la figure précédente. Un peu au delà du point R d'articulation est un prolongement RO appelé *talon*, où se trouve aussi articulée une longue jambe EF, qui est marquée d'échancrures sur sa longueur. Les articulations R et E sont établies avec des boulons servant d'axes de rotation.

On place la jambe FE sous l'essieu d'une voiture, en le faisant tomber sur une des échancrures : le triangle RCB est dressé verticalement. On fait jouer la bascule B, et on l'applique sur la traverse II ; la voiture est enlevée, et la roue, ne touchant plus à terre, peut être ôtée, réparée : l'essieu est nettoyé et graissé.

Machines de percussion.

516. Le marteau sert à ficher les clous; mais pour enfoncer les pilots en terre, il faut une machine qui produise l'effet d'un énorme marteau ; on la nomme *mouton*.

Un mât vertical est solidement arrêté sur terre ou sur des bateaux, si l'on veut agir dans l'eau. Le pilot, ferré à

sa pointe, a sa tête entourée d'une *frette* ou cercle de fer ; il est d'abord placé verticalement devant le mât. En haut de celui-ci sont deux poulies où passent des cordes qui vont s'attacher, par des anneaux, au mouton ; c'est un prisme de bois, chargé de fer et très-pesant. Les deux cordes sont divisées chacune en 8 à 10 brins, et des ouvriers tirent ensemble ces cordes, qui élèvent le mouton. Ce poids est forcé de glisser le long du mât par des collets qui l'y retiennent, et lorsque les ouvriers lâchent les cordes de concert, le mouton tombe sur la tête du pilot et l'enfonce. Les mouvements des hommes pour exercer ce choc ont fait appeler cette machine *sonnette à tiraude*. L'action se continue jusqu'à ce que le pilot refuse d'entrer en terre.

517. Il y a une autre sonnette qu'on appelle *à déclic*. Des ouvriers font tourner une roue à l'aide d'une manivelle, et la corde, s'enroulant sur un treuil, élève le mouton. Mais à une certaine hauteur, ce poids est subitement abandonné à lui-même, parce que le cylindre du treuil devient, par un mécanisme particulier, indépendant des manivelles ; le mouton retombe donc de toute sa hauteur sur la tête du pilot. Mais alors le treuil redevient aussitôt solidaire de la manivelle, et les ouvriers continuant de tourner, le mouton monte de nouveau, puis retombe, et ainsi de suite. Il ne faut que quatre hommes pour manœuvrer cette sonnette ; il en faut dix-huit à vingt pour la première : mais celle-ci frappe un bien plus grand nombre de coups dans un temps donné. Toutefois la sonnette à déclic est souvent préférée, parce qu'on n'est pas obligé de relayer les hommes, et que le travail, s'il est moins promptement exécuté l'est à moins de frais.

518. Pour broyer les substances sèches, on se sert souvent de pilons qui les pulvérisent dans un mortier de fonte ou de pierre : le poids du pilon les écrase dans sa chute, et finit par les diviser en parcelles ténues. On a des machines qui remplacent les bras de l'homme dans cette action ; elles sont mues par le vent, par des cours d'eau, par la force de la vapeur, par des chevaux attelés à un manége, selon les circonstances. Voici comment cette force motrice s'emploie à monter et quitter les pilons, ou

bien à mouvoir un marteau qui frappe sur une enclume.

519. Un arbre horizontal, nommé *arbre de couche*, fait tourner une roue (fig. 98) qui porte sur son contour des bras *a*, *b*, *c*, *d*, appelés *cames*. Quand une came rencontre le manche H du marteau AH, qui a un centre de rotation en I, la tête AB s'élève. Mais dès que la came a dépassé le bout H du manche, ce manche redevient libre, et le poids de la tête la fait retomber sur l'enclume CD. Chaque came produit à son tour le même effet, et le marteau frappe à coups redoublés. C'est ainsi qu'agissent les énormes masses appelées *martinets*, qui, dans les grandes forges, servent à travailler les gros fers.

520. Les cames servent de même à soulever les pilons au-dessus des mortiers dans les machines appelées *bocards* : c'est ce que la figure 97 montre parfaitement. On peut encore se servir d'une roue dentée dans une partie de son contour (fig. 96), qui tourne sans cesse avec l'arbre de couche, et engrène avec une *crémaillère* fixée sur la longueur du pilon.

521. Le *timbre* s'applique sur les papiers avec un marteau, qu'on fait frapper sur la tête d'une sorte de cachet dont on noircit le bout avec de l'encre d'imprimeur : ce bout est en acier, et porte en saillie les traits destinés à former l'empreinte. Pour timbrer les papiers du commerce et des actes judiciaires, on a une machine qui agit par un balancier, ainsi que dans l'appareil suivant. Les timbres sont plus nets, et frappés plus fort, et comme on marque à la fois un *timbre noir* et un *timbre sec*, c'est-à-dire sans couleur, et que celui-ci exige plus de force que l'autre qui est réservé aux journaux, on opère plus vite.

522. Le *balancier* pour frapper les monnaies et les médailles (fig. 104) est composé d'une barre horizontale AB, armée de masses à ses deux bouts, et fixée en son milieu à une vis perpendiculaire CF, qui tourne dans un écrou D. Le tout est soutenu, par une charpente solide en fer HK, sur une table ou étau IK. Des hommes tirent vivement à eux les masses A et B avec des cordes, ce qui fait descendre la vis dans son écrou, de manière à faire approcher le bout inférieur F d'un tas d'acier G. Des coins d'acier, por-

tant en creux les empreintes des monnaies, sont situés l'un au bout de l'arbre de la vis en F, l'autre sur l'étau en G, de manière que lorsqu'on met le *flan* (Voy. p. 317) entre deux, il reçoit un choc violent qui force le métal à se mouler dans les creux. Une virole qui l'entoure s'oppose à ce que la largeur de la pièce excède le cercle qu'elle enferme. Aussitôt que le flan a été frappé, l'élasticité du métal repousse la vis, et ramène le balancier AB à sa position primitive. La machine est construite de manière que la rotation de la vis apporte le flan juste et d'aplomb entre les deux coins, et à l'en dégager et le rejeter dans un panier, lorsqu'il est frappé.

On se sert aussi du balancier monétaire pour découper de la tôle avec l'emporte-pièce ; pour *estamper* des lames de métal, c'est-à-dire pour les forcer, par une pression vive, à se mouler sur des modèles d'acier, qu'on dispose en F et G. Chez les notaires et dans d'autres lieux, l'on emploie le balancier à marquer d'un timbre sec les papiers dont on veut constater l'authenticité.

Machines de pression.

523. La *presse à vis* (fig. 109) est formée de deux *jumelles* BB, assemblées très-solidement sur une table A, et à un écrou D, le tout formant cadre. La vis F est manœuvrée à l'aide de leviers qu'on entre dans les trous I, et sa base *ab* peut ainsi descendre et pousser devant elle le madrier GG, qui glisse dans des coulisseaux le long des jumelles. La matière à presser H est placée sur la table A et sous ce madrier.

524. L'*étau* (fig. 91) est composé de deux mâchoires, l'une B mobile autour du centre C, l'autre D fixée solidement au bord A d'un établi. Le corps qu'on place en I entre ces mâchoires est aussi fortement serré qu'on veut, par le secours d'une vis H qui mord dans un écrou cylindrique E, et qu'on manœuvre avec le levier L.

Il y a aussi de petits *étaux à main* conçus sur le même principe, mais qu'on ne fixe pas au bord d'une table.

525. Le *pressoir à étiquet* (fig. 110) est employé pour comprimer les marcs de raisin, les pommes, etc. La vis E, engagée dans l'écrou D, pousse la table F contre la *maie* G, et le marc, placé entre deux, est pressé fortement. Pour faire tourner la vis, on se sert d'un cabestan M, qui tire une barre K à l'aide de la corde I attachée au contour du cylindre M.

526. Le *pressoir à tesson* (fig. 111) exerce son action à l'aide de deux tessons AB, qui sont des poutres faisant fonction de leviers, et ayant leurs appuis à l'extrémité A sur la cage; elles sont reliées ensemble par des clefs, et laissent entre elles un espace au bout B, dans lequel passe librement une vis CD; un écrou E y est engagé au-dessus des tessons. Une roue F, solidaire avec la vis, sert à la faire tourner. Comme l'écrou est assemblé avec les leviers par des clefs, il ne peut baisser sans faire descendre les bouts B des tessons, qui compriment ainsi tout le marc qu'on a réuni sur la maie GH. Le point d'appui A peut être monté ou descendu avec des coins, selon que la masse à comprimer est plus ou moins haute.

527. Les *presses d'imprimerie*, dites à la Stanhope, sont très-solidement construites en fer (fig. 113). La pression s'exerce contre la table HG, appelée *marbre*, par la pièce ou *platine* DD, qu'une vis *g* fait monter et descendre. Ce mouvement est produit par un système de leviers K, *l*, *i*, *k*.

Quand l'ouvrier tire et amène à lui la barre K, la tige *l* tourne et fait tirer le levier *h*, qui tire à son tour la tête de la vis *g*, et la fait tourner : la platine D descend donc et va presser contre la *forme* RI, c'est-à-dire contre l'assemblage de caractères d'imprimerie qui compose les pages, et qu'on a enduit d'encre noire.

La forme RI est posée sur le marbre HG, et mobile en avant et en arrière, à l'aide d'une manivelle *k*; cette manivelle tire des cordons, ou courroies, disposés de manière à produire ce double mouvement. On recule la forme pour l'encrer, y placer la feuille de papier blanc, dont les bords sont recouverts par un cadre H*b* à double brisure en *a* et *b*. Alors on fait avancer la forme sous la platine D, on tire le levier K pour exercer la pression, et la feuille est im-

primée sur une face. On ramène la forme en avant pour retirer cette feuille, encrer de nouveau, etc.

On a imaginé des machines à imprimer trop compliquées pour trouver ici leur explication : nous nous bornerons à dire que les formes du recto et du verso sont placées à côté l'une de l'autre sur un marbre : deux hommes tournant une roue à manivelle font marcher toute la machine. Une femme place successivement sur une tablette les feuilles de papier, qui sont emportées, placées sur la première forme, imprimées d'un côté; puis enlevées, portées sur la seconde forme, imprimées sur l'autre face, et enfin rendues dans les mains d'un ouvrier, qui les assemble. L'impression est produite par deux cylindres tournants, qui pressent successivement la feuille de papier suivant des lignes parallèles à leur axe. La rapidité de cette opération permet, non-seulement d'effectuer le service des journaux quotidiens à dix, quinze et vingt mille exemplaires, mais en outre abaisse beaucoup le prix de la main-d'œuvre.

528. *Laminoirs*, fig. 149. Qu'on imagine deux cylindres égaux A, B, parallèles, dont les surfaces sont très-voisines, et auxquels on donne une vitesse égale de rotation en sens contraires, à l'aide d'une manivelle et de roues d'engrenage EE : ce système sera un laminoir. Lorsqu'on mettra une bande de métal entre les cylindres, si cette lame est plus épaisse que l'intervalle de leurs surfaces, il est évident qu'elle sera entraînée par le mouvement commun et le frottement des surfaces, et que le métal sera réduit en lame d'une épaisseur constante, égale à cet intervalle entre les cylindres. Des vis CC, qu'on manœuvre avec une clef I, servent à éloigner ou approcher les axes GG l'un de l'autre, en conservant leur parallélisme, en sorte que le même laminoir sert à faire des lames d'épaisseurs très-variées. On commence par donner au métal assez de minceur pour pouvoir le faire passer entre les cylindres un peu écartés, et on répète la même opération en rapprochant les cylindres. Après plusieurs laminages, en resserrant peu à peu l'espace, le métal est de la sorte réduit en lames extrêmement minces, en ayant soin de le recuire au feu de temps à autre.

C'est ainsi qu'on lamine le plomb, qu'on fait de belles et grandes pièces de tôle en fer, en cuivre et en zinc, etc. On emploie même cet appareil à la fabrication des barres de fer rondes et carrées : car si l'on creuse, à la surface des cylindres, des gorges en face l'une de l'autre, on pourra faire passer successivement de gros barreaux dans ces gorges décroissantes, et par une opération semblable au laminage, on réduira le métal à la forme et à la dimension voulues.

529. Les *cylindres à calandrer* les étoffes sont des espèces de laminoirs. Deux de ces cylindres sont en bois, séparés par un troisième, qui est en cuivre et qu'on entretient chaud : la vapeur d'eau est le meilleur moyen de communiquer cette chaleur ; on la fait entrer dans le cylindre par son axe de rotation, qui est un tuyau creux. L'étoffe qu'on veut calandrer, légèrement mouillée de son apprêt, ou *parou*, est successivement passée entre le premier et le second cylindre, puis entre le second et le troisième, en la maintenant tendue pendant qu'ils tournent. La chaleur dessèche le parou, et donne du lustre à l'étoffe.

Les presses qui servent à tirer les épreuves de planches gravées sur cuivre ou acier, pour les estampes, les cartes de géographie, les vignettes, etc., sont aussi composées de deux cylindres parallèles et égaux, tournant dans le même sens, avec des vitesses égales. On passe entre ex la planche empreinte de noir dans les tailles, et recouverte de la feuille de papier mouillée qui doit recevoir l'épreuve, et des *maculatures* qui amortissent la pression (*Voyez* pag. 227).

530. L'action des *bancs à tirer* des tréfileries est encore un effet de compression. La filière EE (fig. 112) est retenue par des arrêts *aa* sur le banc CC ; la tenaille D saisit le fil qui est tiré par un treuil ABB. Comme les mouvements de cette machine sont irréguliers, on préfère souvent une manivelle et des roues d'engrenage qui produisent le même effet. Le banc peut encore servir à tirer des tubes de métal, tels que les tuyaux des lunettes, etc. (*Voyez* l'opération décrite p. 315).

Quand le fil est déjà assez délié par son passage dans plusieurs trous de filières décroissantes, on se sert de l'appareil, fig. 116. La manivelle C sert à faire tourner le cylindre A, sur lequel s'enroule le fil de métal, à mesure qu'il sort de la filière EE. On a même, sur un seul banc, trois à quatre cylindres A, qui tournent tous par une seule manivelle, et chacun fonctionne et enroule son fil.

531. La *presse hydraulique* est une des plus ingénieuses machines qu'on ait inventées, parce qu'on en obtient une pression extraordinaire. DDEE (fig. 115) est un bâti solide en charpente ou en fonte de fer; C un plateau sur lequel on place la substance qu'on veut presser entre ce plateau et la table supérieure H. B est un piston, qui est entré dans un corps de pompe A, qu'il joint hermétiquement, et qui est fermé au bout inférieur. En F est une pompe foulante et aspirante, dont le piston monte et descend, retenu dans un guide I, en haut du montant *f* I; ce piston puise dans le réservoir J la petite quantité d'eau nécessaire pour produire l'effet, l'introduit dans le corps de pompe F, et, par le conduit K, dans le corps A.

Supposons que la base du piston F soit la centième partie de celle du piston B : il suit des lois de l'hydrostatique que ce dernier sera poussé de bas en haut avec une force cent fois plus grande que celle qui agit sur la tige *c*I (*Voy.* n° 17). Mais ce n'est pas tout encore. Ce piston F est manœuvré avec le levier G, dont le centre de rotation est sur le montant en *d*. Si donc les bras *cd*, *gd* sont le vingtième l'un de l'autre, la force appliquée en G au levier se transmettra 20 fois plus considérable au piston.

Ainsi, un poids de 30 kilogrammes, ou une force quelconque qui agirait en G avec la même énergie que ce poids, poussera le piston F, comme si on le chargeait d'un poids de 20 fois 30 ou 600 kilogrammes; et puisque le piston B est poussé avec une puissance centuple, on voit que cette action revient à agir sur le piston B avec une force de 60,000 kilogrammes. En variant les surfaces des bases des pistons, et les bras de levier, on peut produire des efforts de deux et trois cent mille kilogrammes.

Mais cette machine ne peut être employée qu'autant

qu'elle tient l'eau bien exactement. Bramah, qui est l'inventeur de cette machine, a mis tout son génie à disposer les cuirs de ses pompes de manière que l'eau ne puisse fuir par aucun endroit, quoiqu'elle soit soumise à une immense pression.

Machines à diviser les substances.

532. La *râpe* dont on se sert pour pulvériser les sucres et autres matières, est un cylindre de tôle emmanché : cette tôle est criblée de trous dont les *rebarbes* saillent en dessus, et hérissent le dehors d'un grand nombre d'aspérités, qui, par le frottement, réduisent les corps en poudre.

Cet instrument est, en petit, l'image des grandes machines dont on se sert pour réduire en pulpes les betteraves dont on veut faire du sucre, les pommes de terre dont on extrait de la fécule, etc. Un grand cylindre recouvert d'une toile sans fin en tôle, est mis en mouvement de rotation par un manége, un cours d'eau, ou tout autrement. Cette tôle est percée de trous ayant leurs rebarbes extérieures, et le passage des substances contre la surface où elles sont pressées par les parois de la caisse qui les renferme, les déchire en mille brins.

533. Souvent ce sont des lames coupantes, fixées obliquement à la surface du cylindre, qui opèrent cette dilacération. La réduction du tan en poudre se fait de cette manière. Les choses se passent à peu près comme dans le *moulin à poivre et à café,* fig. 103. Au milieu du couvercle d'une boîte est une tige verticale AB retenue dans des collets en E et D : cette tige tourne par une manivelle C. Une *noix* I en acier, de forme conique, a sa surface taillée en dents obliques et coupantes : cette noix est entourée par un *boisseau* conique MDN, aussi en acier, et revêtu en dedans de lames ou rides coupantes en sens obliquement contraire aux premières. Il n'y a que peu d'espace entre la noix et le boisseau. Les grains qu'on jette dans la *trémie* MN descendent peu à peu dans cet espace, y sont coupés en

mille fragments, et tombent en poudre dans un tiroir O, placé au-dessous du moulin.

534. Les *scieries* mécaniques renferment deux sortes de scies. Les unes sont mues verticalement en va-et-vient, comme font les scieurs de long; excepté que le même cadre, renfermant 2, 3 et 4 lames de scie, coupe les madriers en planches par une seule action. Chaque madrier est présenté par son bout, et horizontalement, aux lames de scie verticales : le bois est fixé sur un chariot qui avance de plus en plus, à mesure que la scie trace ses voies. Ce double mouvement de la scie et du madrier est communiqué par des procédés mécaniques; le moteur est ou un cours d'eau, ou le vent, ou la vapeur, qui font tourner un arbre de couche, rotation qu'on change en mouvement rectiligne de va-et-vient.

535. La seconde espèce de *scie* est *circulaire;* c'est un disque en tôle d'acier dont la circonférence est armée de dents tranchantes; il est monté sur un axe perpendiculaire à son plan. Le moteur imprime à un arbre de couche le mouvement de rotation; une série de pignons et de roues dentées transmettent cette action à la scie circulaire, en accroissant sa rapidité autant qu'on veut (*Voyez* p. 411). Lorsqu'on présente une solive au bord tranchant de ce disque, et qu'on presse l'une contre l'autre, le bois est scié avec une extrême facilité.

536. Les *moulins* dont on se sert pour réduire les grains en farines sont encore des moyens mécaniques de diviser les substances. Les *moulins à bras* ne sont autre chose que des appareils semblables au moulin à café, mais sur une plus grande échelle. Au reste, ces appareils fonctionnent mal, exigent beaucoup de force et font peu d'ouvrage. Les meules sont d'un usage général.

Voici comment on tire de la force du vent les moyens de moudre le grain. A (fig. 102) est le bout de l'arbre qu'on veut faire tourner, et qui communique sa puissance à la machine : quatre ailes sont attachées en croix à ce bout. Deux solives de 13 mètres de long, telles que BB′, nommées *volants*, traversent l'arbre A dans des mortaises, et y sont fixées par des coins en leurs milieux; les *entes* BC, B′C′,

sont des allonges de 7 mètres attachées à chaque bout, en sorte que chaque bras ait environ 11 à 12 mètres de longueur. De petites barres *ab*, *cd*, *ef*, *pq*, croisent ces bras dans des mortaises, comme les bâtons d'une échelle, et soutiennent les *coterets ap*, *bq*, longues barres qui bordent l'aile en forme de parallélogramme : la première barre *ab* est à 2 mètres de distance du centre A. Il en résulte un treillis, à grandes mailles quadrangulaires, qu'on habille d'une grosse toile tendue, pour recevoir l'impulsion de l'air, et dont on proportionne l'étendue superficielle à la puissance du vent. Cette voile a environ 8 à 10 mètres de long sur 2 mètres de large. L'arbre A (fig. 118) est incliné de 8 à 12 degrés à l'horizon, et par conséquent le plan de circulation des ailes l'est pareillement.

En outre, les voilures sont inclinées sur leur axe AC (fig. 102), de manière que l'impulsion horizontale du vent se décompose, et que les ailes tournent avec l'arbre A. Il faut que la face du moulin qui porte les ailes soit dirigée perpendiculairement au vent, pour en suivre les changements de direction. Le *beffroi*, c'est-à-dire la charpente entière (fig. 118), est établie au sommet d'un cône en maçonnerie, où il pivote sur une colonne centrale N. Un cabestan, qu'on attache en dehors à des piquets fixés en terre, sert à manœuvrer le beffroi pour le tourner au vent, chaque fois que cela devient nécessaire.

L'échelon *ab* (fig. 102), le plus voisin de l'arbre, fait un angle de 60° avec la droite parallèle à l'axe A de l'arbre; et le dernier échelon *pq* fait un angle de 80° avec cette parallèle. Les autres échelons sont disposés de telle sorte que leurs directions se rapprochent de plus en plus de la première vers la dernière, ce qui donne à la voilure une *surface gauche*.

Voyons maintenant comment la rotation de l'arbre A (fig. 118) donne la puissance nécessaire pour opérer la mouture, le vent faisant tourner les ailes C, D, E, dont nous n'avons représenté ici qu'une partie.

On moud le blé entre deux meules circulaires horizontales posées l'une sur l'autre. L'inférieure R est *gisante*, c'est-à-dire immobile; la supérieure O est *courante*, et

tourne par l'effet du mécanisme. Les deux surfaces sont presque en contact, l'une un peu convexe, et l'autre un peu concave : elles sont travaillées au marteau en sillons vifs et coupants; tantôt en lignes droites, ou courbes, partant du centre; tantôt en lignes parallèles (*Voyez* fig. 118 *ter*). On fait en sorte que la meule gisante ait toujours ses sillons obliques par rapport à ceux de la meule courante, pour qu'ils se croisent à la manière des lames de ciseaux. Lorsque ces saillies s'usent par l'usage, on enlève et on renverse la meule courante avec une grue, et on *repique* les deux meules au marteau. On les nettoie ensuite en leur faisant moudre du sable et de la paille, pour ôter tous les grains de pierre. Cette réparation doit être faite tous les huit ou quinze jours. Les deux meules sont enfermées dans un coffre de bois M, appelé *archure* (*Voyez* fig. 118 *bis*).

La meule courante est percée d'un trou central *k*, nommé *œillard,* par où arrive le grain. Dans ce trou passe l'*anile* X, axe de fer qui y est arrêté par des bras ou croisillons, scellés dans le massif de cette meule. Cet axe se prolonge en IK et s'appelle *gros fer;* à l'autre bout, il porte au fond une *crapaudine* en fonte, scellée au centre de la meule gisante. La force centrifuge chasse peu à peu la farine et le son jusqu'au contour des meules; ces produits, reçus dans l'archure, s'écoulent dans un appareil nommé *blutoir*. Nous en parlerons plus loin.

Pour que la meule supérieure tourne, on la fait communiquer avec l'arbre A, à l'aide du *rouet* G monté sur cet arbre, et engrenant avec la *lanterne* H, montée sur le gros fer IK. On voit que, par l'impulsion du vent, le gros fer doit tourner d'autant plus vite que le vent est plus impétueux, et que le nombre de dents du rouet G est plus grand par rapport au nombre des alluchons de la lanterne.

On ne peut bien gouverner la mouture, qu'autant qu'on écarte à volonté les deux meules l'une de l'autre, selon la nature du grain et l'espèce de mouture qu'on veut faire. Si les meules sont trop rapprochées, on n'a pas un son large, et le blutage le sépare mal de la farine. Voici le

mécanisme que le moulin fait fonctionner pour donner aux meules l'intervalle qu'on désire, et aussi pour faire arriver le blé dans l'œillard, etc.

Le blé est versé dans une trémie S, d'où il s'écoule dans une *anche* pivotante Q ; *de* est une corde passée sur une cheville *d*, et tenant à l'anche, pour la secouer et faire tomber le blé plus ou moins vite, selon la force du vent. Les leviers *fg* et *hi* ont leurs centres de rotation en *f* et *m*; la corde *ilnp*, portant un contre-poids *p*, passe sur les poulies *l* et *n* : quand on élève le point *g*, la barre N*o*, nommée *trempure*, monte, et le levier *o*P fait tourner le coude L, qui soulève le gros fer *k*, et écarte les meules : en baissant *g*, on les rapproche au contraire.

Quand on veut arrêter le moulin, on bande le *frein* G; c'est un cercle en bois pliant, fixé par un bout en *s*, et qui se courbe sur la roue, la presse, et vient s'attacher en *v* au levier *t*.

XR est un plancher qui sépare le beffroi en deux chambres. L'échelle *qd* sert de communication entre elles. Pour préserver la charpente des dégradations causées par les pluies, on la recouvre de planchettes imbriquées comme les tuiles d'un toit.

On monte les sacs de blé au haut du moulin, en les attachant avec une corde qui est enroulée sur l'arbre A du moulin; le vent fait tourner l'arbre et enlève la charge. Le blé, versé dans la trémie S, s'écoule peu à peu dans un entonnoir situé sur l'œillard K, pour entrer par cet orifice entre les deux meules, et s'y réduire en poudre. De là le produit descend au blutoir dans l'étage inférieur par le conduit *ab* dans le coffre *c*, où se séparent le son et les diverses qualités de farines.

Il est vrai que le blé est toujours sali par de la terre, et mêlé avec des pierrailles, des graines fines, des paillettes, substances qui saliraient la farine si l'on ne prenait d'abord le soin de nettoyer le blé avant de le moudre. On ne laisse donc entrer le grain dans la trémie des meules qu'après l'avoir fait passer dans un *tarare*, appareil que l'arbre A du moulin fait mouvoir, et qui purge le grain de ses saletés. Cette machine fera bientôt le sujet de notre examen ;

elle n'est pas représentée ici, pour ne pas jeter de la confusion dans la figure.

Les anches qui conduisent le blé, soit dans le tarare, soit dans l'œillard, soit enfin dans le blutoir, sont incessamment secouées par un mécanisme que l'arbre du moulin met en jeu, et qui, par cette trépidation, fait peu à peu sortir le grain de l'auge qui le contient.

537. Il y a un système de mouture, appelée *à la grosse*, qui rend de suite le blé en farine et son mêlés ensemble; le blutage les sépare après. Mais on perd beaucoup de farine par ce procédé expéditif, et encore n'est-elle jamais blanche; la farine conserve des parcelles de son, et le gros son contient encore de la farine. Dans la *mouture économique*, après que le blé a été nettoyé au tarare, il tombe dans la trémie S, et de là sous la meule, comme dans le premier procédé : mais on maintient les meules écartées, et le grain se divise en fleur de farine, gruau et son gras, qu'il faut moudre de nouveau. Le *gruau* est l'amande du grain, et rend la plus belle farine : on l'appelle *semoule*, quand on le conserve entier pour le manger en potage (p. 75). Quant aux *sons gras*, en les faisant repasser sous la meule, on achève de les curer de farine, et ils donnent des produits utiles, quoique bis.

Un setier de blé, ou l'hectolitre et demi, pèse à peu près 120 kilogrammes en bon grain, et donne, par la mouture économique, 80 kilogrammes de farine blanche, 10 de farine bise, et 27 de différents *sons*, *recoupes*, *remoulages* : il n'y a qu'un quarantième ou un cinquantième de déchet.

Dans la mouture économique, on se sert de grandes meules de 2 mètres de diamètre; chacune pèse environ 2,500 kilogrammes. La *mouture américaine* est produite souvent par la force d'une machine à vapeur, avec de petites meules de 13 décimètres seulement. Du reste, les procédés offrent beaucoup de similitude.

On emploie aussi les moulins à vent pour scier des planches, broyer le tan, fouler les draps, etc. : en général, le mouvement de rotation de l'arbre peut être transmis, et produire toute action mécanique.

538. Les *moulins à eau* ne diffèrent des précédents que parce que l'arbre A est mû par une roue hydraulique, machine dont nous exposerons plus tard les principes. Le vent, ou l'eau, ou la vapeur d'eau, sont les forces motrices qui impriment le mouvement de rotation à un *arbre de couche*; par des engrenages, ou tout autre moyen mécanique, on tire parti de cette puissance pour produire un travail déterminé. L'irrégularité des vents, leur inconstance, obligent les moulins à vent de chômer environ deux tiers du temps, et ne donnent qu'une force inégale, qui rend bien préférables les cours d'eau et la vapeur.

Il nous reste à parler des cribles, des tarares et des bluteaux.

539. Le *crible* est formé de deux cylindres l'un dans l'autre, montés et tournants ensemble sur le même axe; cet axe est un peu incliné. Le blé entre dans le cylindre intérieur, et passe à travers les mailles de la surface qui sont en toile métallique assez claire pour cela. Les grosses pierres, les fortes graines vont tomber au bout. Au contraire, le blé arrivé dans le cylindre rotatif extérieur, dont les mailles sont serrées, tombe au bout du cylindre, en se purgeant des graines fines et du petit blé, qui passent à travers ses mailles.

540. Le *tarare* est composé d'un coffre dans lequel sont placés trois moulinets l'un au-dessus de l'autre, séparés par des plans inclinés. Ces moulinets ont quatre ailes en planches; les deux d'en haut sont plus petits, et revêtus de tôle piquée en râpe; on les nomme *frappeurs*. Les parois de la caisse sont doublées de semblable tôle : le troisième moulinet est le *ventilateur*. Le tout est placé en haut du moulin. Le blé versé dans une trémie, puis dans un auget sans cesse secoué, tombe sur les ailes du premier frappeur; il est jeté contre les aspérités des parois, et nettoyé de sa crasse; de là, un plan incliné conduit le blé au second frappeur qui agit de même. La ventilation du troisième moulinet achève de chasser toutes les ordures et choses légères qui tombent au dehors du coffre. Le troisième plan incliné est un *crible*; c'est un châssis léger, bordé de planchettes et revêtu d'une toile en fils de fer parallèles plus

ou moins serrés. Un petit appareil frappe continuellement ce crible pour faire sautiller le blé. Les petits grains passent à travers le tissu, et le bon blé va tomber au bout du crible.

541. Le *blutoir* n'est souvent qu'un sac incliné en crin, ou en étamine, qui est incessamment secoué pour séparer le son de la farine : mais les mieux conformés sont un cylindre creux, un peu incliné, tournant sur son axe, et dont la surface est alternativement recouverte en zones circulaires de fils de métal et de tôle piquée. La farine entre par l'orifice supérieur du cylindre, et le mouvement de rotation la fait passer à travers les mailles du tissu, d'où elle est reçue dans un coffre. Le son descend le long du cylindre, et sort par l'ouverture d'en bas. La finesse de la farine dépend de celle du tissu à travers lequel elle passe : c'est pourquoi on dispose les mailles en croissant de haut en bas, pour obtenir des farines de plusieurs qualités : le coffre est alors divisé en cases qui séparent ces produits.

Les meilleurs cribles sont immobiles; mais, dans l'intérieur du cylindre, on établit un système de brosses en poils de sangliers sur un seul rang, qui tournent et frottent la farine pour la forcer à se tamiser à travers les mailles de l'enveloppe, qui est en fil de métal.

Le blutoir est enfermé dans un coffre appelé *huche*.

Les tarares et blutoirs sont des mécaniques mises en jeu par l'arbre même du moulin. Il en est de même de toutes les anches alimentaires. Ainsi, toutes les opérations marchent à la fois sur diverses parties de grains, sans coûter aucuns frais de main-d'œuvre. Cependant, il y a des exploitations rurales, des boulangeries, où ces machines sont établies, et fonctionnent à bras avec des manivelles, soit pour nettoyer les blés, soit pour séparer le son de la farine, quand la mouture est faite et apportée du moulin.

542. *Moulins à meules verticales*. Les meules horizontales ne seraient pas commodes pour obtenir l'huile, pour faire le cidre, etc., à cause de la dureté des substances qui, d'ailleurs, n'exigent pas des soins aussi attentifs que le blé.

Sur un massif circulaire en maçonnerie (fig. 105), on construit un bassin B à bords peu élevés, et dont le fond est très-uni et en pierre dure, telle que le marbre, le granit...; au centre, est une colonne C qui maintient une crapaudine en fonte, servant à porter le bout de l'arbre vertical DC, dont l'autre bout D est maintenu en haut par un collet. Cet arbre peut tourner facilement sur son axe, soit par un manége, soit par un cours d'eau, etc.

Une meule conique F, dont les dimensions sont calculées sur celles du bassin, roule autour d'un axe H, comme ferait une roue sur l'essieu : cet axe est fixé d'un bout à l'arbre DC, et de l'autre, il est attaché au palonnier d'attelage. Le cheval tourne autour du bassin, la meule roule et écrase, sur le fond, les substances qu'on y a placées. On a soin de fixer à l'axe H un râteau ou *valet* qui, situé derrière la meule, ramone le fond et le bord, pour ramener les matières sur l'espace que la meule parcourt.

Si l'on veut donner plus de vitesse à la circulation de la meule, qui ne parcourt ici que le même nombre de cercles que le cheval, on fait usage de roues dentées. C'est ainsi que, dans la fig. 106, le moteur fait tourner l'arbre isolé D et le rouet I, lequel engrène avec la lanterne L, et fait circuler la meule F.

543. Enfin, souvent, au lieu d'une seule meule, on en emploie deux qui sont opposées sur le même axe, comme on le voit fig. 114 : on peut même employer trois meules et plus, selon la force dont on dispose. Quand on est maître d'un cours d'eau, on fait tourner les meules par une roue hydraulique R.

Machines pour user les surfaces.

544. Le *tour* (fig. 119) est composé d'une roue ou tambour A ; elle est mise en mouvement par une pédale P qui meut une manivelle B. Au-dessus de la table *hi* est une roue plus petite D, formée de quatre roues inégales, afin de faire varier la vitesse de rotation. Une corde sans fin passe sur la grande roue et sur l'une des petites, afin que

la rotation de la première entraîne celle de la seconde, les vitesses étant dans le rapport inverse des diamètres (page 410).

L'axe de la roue D est terminé par une pointe, qui entre dans un trou au bout d'une vis traversant un montant E; l'autre extrémité de cet axe tourne sur le montant F, et son bout taraudé, appelé *nez*, reçoit les pièces nommées *mandrins*, qui saisissent les objets qu'on veut tourner. On appelle *poupée* la pièce G, qui peut glisser le long d'un prisme triangulaire horizontal H, et dont le haut porte un tuyau, dans lequel entre une tige *de*, qu'une vis de pression *f* y retient. Un support J est situé entre la poupée et la roue D, et peut se baisser ou hausser à volonté. Des vis de pression C et *b* servent à arrêter la poupée et le support où l'on veut, sur le barreau triangulaire.

Sur le nez *n* du tour, on visse, quand le travail l'exige, un mandrin pour maintenir tous les ouvrages qu'on veut tourner; et tenant la main appuyée sur le support J, l'ouvrier présente le tranchant de son outil à la pièce qui tourne rapidement avec le mandrin. Quelquefois aussi la pièce qu'on doit façonner, est maintenue entre les axes *d* et *n*. Le burin ou l'outil présente son tranchant à tous les points du corps qu'on fait ainsi tourner.

On peut aussi faire des vis et des écrous avec le tour. L'arbre E*n* porte dans la partie E divers pas de vis bout à bout, et le pilier E a autant de portions d'écrous qui peuvent entrer en prise avec leur vis correspondante, par un mécanisme très-simple. Alors, l'arbre E*n*, en tournant, prend aussi un mouvement horizontal; en sorte que le mandrin situé en *n*, s'avance en même temps qu'il tourne; et un burin, fixement arrêté sur le support J, mord la surface en pas de vis. Et si l'on veut faire un écrou, on y travaille d'abord un cylindre creux; et on présente fixe, à l'intérieur, un peigne coupant qui ronge la surface en écrou.

Du reste, la forme des pièces qu'on ajuste sur le tour, pour faire l'ouvrage, varie de mille manières, en sorte que cette machine peut exécuter une multitude d'effets en bois, en ivoire, en métal, etc. Aussi le tour est-il à l'usage de beaucoup de professions.

545. *Meule de rémouleur*. Nous ne figurerons pas cette machine que tout le monde connaît. Elle est composée, comme le tour, d'une pédale qui, à l'aide d'une manivelle, fait tourner une roue; cette roue donne une vitesse de rotation rapide à une meule de grès, précisément comme tourne la roue D du tour (fig. 119). En présentant une lame à la surface courbe de la meule, et l'y appliquant à plat, l'acier s'use rapidement, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, et le tranchant s'aiguise. Il ne reste plus qu'à enlever le *morfil* et à adoucir le coupant, ce qu'on fait sur une pierre à l'huile, ou en remplaçant la meule de grès par une de bois tendre, dont le contour est enduit d'émeri graissé.

546. En général, toutes les machines de rotation, qu'une manivelle fait tourner, ont une marche irrégulière, parce que la force motrice n'est pas placée d'une manière également favorable, pour agir dans tous les points du cercle qu'elle décrit. Une roue ainsi mue ira donc tantôt vite, tantôt lentement, dans le même cercle. Mais on évite cet inconvénient en chargeant l'axe de rotation d'une roue pesante et sans dents, appelée *volant* (fig. 138), qu'on peut regarder comme un réservoir où la force se dépose quand elle exerce toute son action, et la restitue quand la force diminue. La meule de grès fait ici fonction de volant, surtout lorsqu'on remarque combien est faible la puissance qu'on veut régulariser. Il en faut dire autant de la roue et du tambour du tour, etc.; mais dans les grandes machines à manivelle, le volant est une roue en fonte qui pèse plusieurs milliers et tourne très-vite.

547. *Alésoir*. Cette machine est destinée à percer des tuyaux de bois, des canons, des cylindres métalliques, etc. On peut se servir pour cela d'un arbre de couche au bout duquel est fixée une tarière. Le cylindre à forer est placé, dans une position convenable, sur un chariot, où on l'attache fortement. Un poids tire ce chariot parallèlement à l'arbre horizontal, et le pousse contre le bout de la tarière.

La figure 120 représente l'alésoir dont on se sert pour percer et roder les cylindres de machine à vapeur. Sur

deux sommiers inébranlables AA, sont fixés deux montants en fonte BB, portant le cylindre foreur DD, lequel tourne sur son axe dans des collets II. Le cylindre à aléser LL est maintenu fixe entre les supports FGG, où on l'élève à la hauteur voulue, pour que l'axe des deux cylindres soit le même; la machine peut servir de la sorte à aléser des corps de tout diamètre. Les bandes *aa* fixent le corps LL à demeure.

L'arbre DD est creux, en fonte, et porte sur sa longueur une ouverture ou *guide*, dans laquelle glisse la pièce de fonte KK (fig. 121) portant à sa circonférence les burins *ff*. Quand cet arbre tourne, les burins enlèvent des copeaux à la surface intérieure du cylindre LL (fig. 120). Une crémaillère M, mue par des roues dentées, fait cheminer la pièce rodante KK, dont le poids P règle la marche.

548. *Rouet à filer* (fig. 117). Cette machine, qui a pour objet de tordre le chanvre et le lin pour le réduire en fil, et de peloter ce fil sur une bobine à mesure qu'il est fait, est une des plus anciennes, des plus simples et des plus ingénieuses qu'on ait imaginées. Elle donne l'idée de ce que sont les grandes machines des filatures qui sont chargées d'une multitude de bobines travaillant ensemble. Toutes les ménagères des campagnes se servent du rouet, sans en comprendre le mérite.

Comme pour le tour, il y a une pédale P qui meut une roue AA par la manivelle B : cette roue fait tourner, à l'aide de deux cordes sans fin *ii'* passées dans sa gorge, l'appareil *d* qui tord le fil, et l'envide sur la bobine F. A cet effet, chacune de ces cordes est passée sur une poulie *a*, *b* (*V*. fig. 117 *bis*); les diamètres de ces poulies sont inégaux pour leur imprimer des vitesses différentes. Le fil qu'on tord passe dans l'axe par l'œil *f*, et se courbe sur un petit crochet d'une pièce KK appelée *épinglier* ou *ailettes*, qui a la forme d'un U ; de là, ce fil va enrouler la bobine F qui, étant mue par la plus petite poulie, tourne plus vite. Les deux arbres de ces poulies sont l'un en fer, l'autre en bois, et celui-ci est creux, en *canon*, pour pouvoir tourner autour de l'autre.

Quand on fait agir la pédale P, la roue A tourne et fait pirouetter les deux poulies a, b, et leurs arbres. La fileuse puise à un petit pâquet d'étoupes de chanvre qu'elle prépare entre ses doigts : ces étoupes se tordent par suite de la rotation de l'arbre en fer; elle tient ce fil tendu, et, en même temps, le fil s'enroule sur la bobine qui tourne aussi, mais plus vite que les ailettes.

Serrures.

549. Le *palâtre* est la boîte de fer qui renferme les pièces de la serrure; il est percé de deux, trois ou quatre trous pour le passage des vis ou clous qui l'attachent au bord de la porte. Les *pênes* sont les pièces mobiles et saillantes qui s'arrêtent sous la *gâche* pour tenir la porte fermée.

La figure 140 est une serrure à *bec de canne*. AA est le palâtre, B le pêne, la tige coudée DE le retient, et est guidée dans sa course par les *picolets* QQ'. Le ressort C appuie sur elle. La pièce F, percée d'un trou carré, tourne dans un œil rond fixé au palâtre : une tige carrée, qui se termine en dehors par un bouton H, pousse la branche DE, en faisant tourner le *foliot* F, ce qui fait rentrer le pêne et ouvrir la porte. Le pêne est ramené par le ressort C, lorsqu'on quitte le bouton H.

550. *Serrure à tour et demi*, fig. 141. AA est le palâtre, B le pêne, que le ressort C pousse et fait sortir. Le *panneton* de la clef, en attaquant la *barbe* F du pêne, le fait rentrer pour ouvrir la porte : il y a aussi sur le bord un bouton pour mouvoir le pêne, comme en M, fig. 142. Lorsqu'on tourne la clef en sens contraire, elle attaque l'*ancre* G, qui relève la *gâchette ab*, et dégage l'*ergot a* de l'encoche i où il est entré, ce qui permet au pêne de marcher en avant. Ainsi la clef fait un tour entier, et le pêne sort sous la gâche d'une autre partie de sa longueur. L'ancre s'abaisse alors, repoussée par le ressort m, et la gâchette retombe; l'ergot c entre dans l'encoche i, ce qui fixe le pêne. Ordinairement la clef est *bénarde*, c'est-à-dire n'est pas *forée.*

551. *Serrure de sûreté*, fig. 142. Il y a ici deux pênes indépendants, l'un B pour le demi-tour; il est, comme ci-dessus, poussé par le ressort C. La clef, en tournant dans un sens, attaque le bras I de l'*équerre* IK, dont le centre L de rotation est sur le second pêne : ainsi le petit pêne B rentre, et la porte s'ouvre. Le bouton latéral M opère la même fonction, lorsqu'on le fait glisser le long du bord du palâtre.

Maintenant, si l'on tourne la clef en sens contraire, le *panneton* soulève l'ancre NN, dégage l'*ergot a* de son encoche, en poussant en haut la *gâchette ab*; la *barbe* E est attaquée, et le gros pêne A est poussé au dehors, comme ci-dessus. Dans ce mouvement, l'équerre IK marche en avant avec le pêne A qui la porte, et le bras I ne peut plus être rencontré par la clef. La gâchette, pressée par le ressort *m*, fait tomber l'ergot *a* dans la deuxième encoche *c* qui se présente au-dessous. Un second tour de clef fait encore saillir le pêne A, et amène la troisième encoche *c'* sous l'ergot *a*.

Les serrures sont recouvertes par une plaque de tôle, qui ferme le palâtre le long de la porte, et est munie de *gardes* : ce sont des lames de fer tournées en cercle autour de la tige de la clef. Le panneton a des fentes à jour dans lesquelles entrent ces gardes pendant la révolution de la clef, laquelle est maintenue par une broche centrale P, qui entre dans le *canon* ou trou de forage.

La *serrure à pompe* de Bramah, figure 144, a sa clef forée *c*, et son canon incisé de quatre à cinq dents inégalement profondes. La broche *b* guide la clef, qui, entrée à certain degré, bute contre le cylindre mobile *de*, qu'elle pousse en avant, en surmontant la petite résistance du ressort à boudin qui l'élève : le cylindre alors trouve un arrêt; on tourne la clef et le pêne marche. Il y a quatre à cinq incisions au cylindre *de*, correspondantes aux dents de la clef. Dans ces fentes sont logées des lames de ressorts, qui sont poussées par le fond des dents de la clef, ce qui fait rentrer ces lames chacune d'une certaine quantité. Mais ces ressorts portent chacun au dos une encoche, et il se fait que ces encoches se rangent ensemble en une gorge régu-

lière, et qu'on peut faire tourner la clef et le cylindre. La pièce *m* tourne donc, et fait aller le pêne. Cette serrure ne peut être ouverte que par la personne qui a la clef; un trait de lime de plus ou de moins sur les dents, empêche les encoches des ressorts de livrer passage au cylindre, qui alors ne peut plus tourner.

La figure 148 représente un *cadenas*. L'anse *e* tourne à charnière en *f*, et l'extrémité ou *auberon g* entre dans la boîte du cadenas. Cet auberon est percé d'un trou où passe le pêne *a* lorsqu'on en pousse les barbes avec une clef. Les picolets *b*, *c*, guident le pêne, qui est maintenu par un ressort d'arrêt *d*, comme dans les serrures ci-devant décrites.

Le cadenas est une serrure mobile qui sert à fermer une porte à l'aide de deux pitons (*Voyez* fig. 148 *bis*), dont l'un est vissé à la porte et l'autre au chambranle : les yeux viennent se présenter l'un devant l'autre, et on y fait passer l'anse du cadenas.

Horlogerie.

552. Il serait impossible d'exposer dans un ouvrage de la nature du nôtre les procédés d'un art aussi compliqué, aussi riche en moyens et en effets, que celui qui a pour objet la mesure du temps. Mais nous pouvons en donner une idée suffisante pour faire concevoir la composition des pièces les plus usitées.

On distingue dans une horloge quatre parties principales; le moteur, le régulateur, les rouages, et la *cadrature* qui donne aux aiguilles leurs positions sur le cadran où on lit l'heure. La fig. 122, qui représente la plus simple des horloges, servira à éclairer nos explications.

1° Le moteur est un poids P ou un ressort.

Dans les pendules de cheminée et les montres, on ne peut se servir d'un poids pour moteur; on emploie une lame de ressort enroulée dans le *barillet* C, autour de son arbre QC qui en est indépendant. Ce ressort (fig. 131) est accroché par un bout à une dent de l'arbre; et par l'autre bout à une dent fixée à la paroi interne du barillet : ces bouts du res-

sort ont chacun un œil percé pour recevoir leur dent d'arrêt. Quand on tourne l'arbre carré H avec une clef T forée carrément, la lame de ressort se bande autour de cet arbre, qui est retenu par l'*encliquetage* AB : en sorte qu'abandonné à lui-même, il fait effort pour se débander, et force le barillet à tourner autour de son arbre fixe, et la roue D (fig. 122) *mène* les autres rouages de la pièce.

Lorsque le moteur est un poids, (fig. 122), une corde à laquelle on suspend ce poids P entoure un *tambour* ou *barillet* C, auquel son bout est attaché, et fait tourner cette pièce, ainsi que la roue dentée DD qu'elle porte. Ainsi, à mesure que le poids descend, cette roue fait marcher tous les engrenages. Quand le poids est tombé en bas, on le remonte en tournant l'axe Q avec une clef forée carrément, qui saisit cet arbre par son bout carré. Le cylindre C tourne et enroule de nouveau la corde ; mais la roue DD ne marche pas pour cela, attendu qu'elle en devient indépendante, et et qu'elle est une pièce distincte du tambour. Dans l'intérieur de ce cylindre, il y a un *encliquetage*, qui les rend solidaires quand ces pièces tournent dans un sens, et libres quand on les meut en sens contraire. C'est une roue fixée sur la roue DD, et dont les dents sont obliques, ou en *rochet* K (fig. 131); un cliquet AB, pressé par un ressort C, ne permet la rotation des deux pièces D et K ensemble que dans un sens.

2° Le *régulateur* du mouvement est un pendule ou un ressort ; un *échappement* permet et défend successivement ce mouvement, à de très-courts intervalles et d'une manière régulière. On connaît un grand nombre de ces procédés mécaniques d'échappement ; nous décrirons les deux qu'on emploie le plus souvent.

La lentille AB (fig. 122) suspendue par un fil à la barre L fixe et horizontale, est tenue par la *fourchette* X qui l'embrasse, et qui en haut oscille entre ses collets S*t*, en suivant les excursions du pendule. Deux palettes *i* et *k* sont obliques sur leur axe, et rencontrent l'une après l'autre les dents de la *roue de rencontre* GH, d'où l'on voit que, selon que le pendule va à droite ou à gauche, l'une des palettes *k* s'élève, et l'autre *i* s'abaisse ; *i* saisit, et *k*

lâche une dent G ou H de cette roue. Le ressort, ou le poids moteur, fait donc presser alternativement l'une ou l'autre palette par la roue de rencontre; et cette impulsion se communique par la fourchette à la lentille, et lui rend le mouvement que tendent à lui faire perdre la résistance de l'air et le frottement. Comme la durée des oscillations d'un pendule est réglée d'après sa longueur, l'échappement se fait donc par temps égaux, propres à mesurer la durée. Si le pendule est long d'un peu moins d'un mètre, il bat la seconde, et il ne passe qu'une seule dent de la roue d'échappement à chaque double oscillation, c'est-à-dire après chaque double seconde de temps. Les pendules de nos cheminées battent seulement la demi-seconde, ou même moins encore, parce qu'on ne peut leur donner de longueur qu'environ 25 centimètres.

On ne peut se servir d'un pendule pour régulateur des montres; on y emploie un ressort capillaire *hl* (fig. 128), attaché par un bout à l'axe CL des palettes LL, et de l'autre, en *h* à la *platine* qui reçoit les pivots des roues. On leste cet axe par un volant HK, appelé *balancier;* et l'effet est le même que ci-dessus, parce que ce ressort *spiral,* pressé par le rouage, se distend et se tend alternativement, dans des durées très-courtes, mais toujours les mêmes.

La fig. 127 représente l'échappement à ancre, dont on varie d'ailleurs beaucoup la forme. ABC est l'*ancre* qui est liée au pendule et oscille avec lui, entraîné comme ci-dessus par une fourchette; le centre de rotation est en A. Les bouts B et O sont crochus en dents : quand l'un des bras B s'abaisse, la dent C rencontre une des dents de la roue CI et l'arrête; lorsque le bras B se relève, cette dent passe; mais l'autre bras O s'abaisse à son tour, et vient arrêter la dent Q, et ainsi de suite.

3o Le moteur agit sur la roue d'échappement par un système de roues et de pignons (fig. 122); et comme les rapports de vitesses de ces roues dépendent de leurs nombres de dents respectifs (page 402), il s'ensuit que chaque roue prend une vitesse déterminée. Si, par exemple, le régulateur est un pendule battant la seconde, et que la

roue de rencontre GH ait 15 dents, comme à chaque double seconde il ne passe qu'une seule dent, cette roue fera son tour en trente secondes ou une demi-minute. Que les pignons *f* et *e* soient de 6 dents, et les roues F, E, de 216 et 240 dents, la roue F ira 36 fois plus lentement que G, et fera son tour en 18 minutes : enfin, la roue E, qui ira 40 fois plus lentement encore, n'accomplira sa révolution qu'en 12 heures. Ainsi, une aiguille placée sur cet axe *dr*, marquera les heures sur un cadran concentrique divisé en 12 parties égales. Et si l'on fait porter le moteur à l'axe *dr*, on aura, avec les trois roues E, F, G, une pendule indiquant les heures seulement.

Mais comme, sans guère plus de frais, on peut faire marquer les heures et les minutes, c'est toujours ce parti qu'on prend. Donnons 6 dents à chacun des pignons *e*, *f*, et 10 au pignon *h*. Faisons les roues D, E, de 120 dents, et la roue F de 36; donnant 15 dents à la roue de rencontre GH, qui fera encore son tour en une demi-minute : on voit que la roue F fera le sien six fois plus lentement, ou en 3 minutes; la roue E, qui tourne vingt fois moins vite, fera son tour en 60 minutes ou une heure; enfin, la roue D fera un tour en 12 heures. Un cadran placé sur l'axe *dr* indiquera les heures, et un autre sur l'axe C*c* marquera les minutes.

4° Mais on évite ordinairement l'emploi de plusieurs cadrans, et on fait partir les deux aignilles d'un même centre pour marquer les heures et les minutes. Cela s'obtient par des roues de renvoi situées sous le cadran, et qu'on appelle pour cela *cadrature*.

En général, dans presque toutes les pièces d'horlogerie, on donne aux roues des dentures telles que la roue E du centre, qu'on appelle *la grande roue moyenne*, *fasse son tour en une heure*. C'est donc l'axe de cette roue qui porte l'aiguille des minutes. Mais sur cet axe, on monte une autre *roue à canon gg*, c'est-à-dire dont l'axe est un tuyau enfilé par le premier *dr*, et on donne à celle-ci un mouvement douze fois plus lent, pour qu'elle ne fasse son tour qu'en 12 heures; c'est ce canon qui porte alors l'aiguille des heures. Les deux aiguilles semblent sortir du même

axe, mais réellement ce sont deux axes différents qui les portent. La roue N est fixée à l'axe *rd* et fait, comme celle-ci, son tour en une heure : si on lui donne 10 dents et à la roue *o* 40, celle-ci ira quatre fois moins vite ; de plus, si le pignon *p* a 10 dents, et la roue *g* 30, celle-ci ira trois fois moins vite ; donc la roue de canon tournera douze fois plus lentement que l'axe *rd*, c'est-à-dire en 12 heures.

On varie beaucoup les nombres des dentures des roues d'horlogerie ; mais on arrive dans tous les cas au même résultat, par d'autres combinaisons dont les précédentes sont un exemple.

Quand le moteur d'une horloge est une lame de ressort, à mesure qu'elle se débande, la force décroît, ce qui doit produire un ralentissement dans la marche ; mais lorsque le régulateur est un pendule, les oscillations sont si régulières, que l'uniformité en souffre peu, surtout quand on travaille le ressort, pour l'affaiblir en épaisseur dans une partie de sa longueur, afin de diminuer l'énergie de la portion qui fait les derniers tours des circonvolutions. Le même remède est aussi appliqué aux montres, dont l'uniformité du *spiral* régulateur est beaucoup moins assurée que celle d'un pendule.

Au reste, on remédie à ce défaut par une *fusée*, figure 129. C'est une roue conique B qui est tirée par une chaîne AB entourant le barillet A. On monte la pièce en tournant le carré I avec une clef, ce qui force la chaîne à tirer le barillet, et à bander le ressort qui s'envide autour de son axe K immobile. Le cône B s'enveloppe de toute la chaîne, sans que la roue E puisse tourner, parce qu'elle est indépendante de l'axe I. Mais lorsque le barillet tire la chaîne, cette dépendance des pièces B et E s'établit par un encliquetage intérieur, et les rouages sont mis en jeu. Par cet ingénieux mécanisme, plus le ressort a de force, et plus son bras de levier est court ; la puissance motrice s'affaiblit d'une manière graduée, et son bras s'accroît à mesure, ce qui donne de la régularité à son action.

La figure 130 représente un mouvement de montre. A est le barillet tirant la chaîne *ad* et la fusée *b* : la roue *d* mène le pignon *e* de la grande roue moyenne *f*, qui fait son

tour en une heure ; *f* mène le pignon *g*, *g* la roue *h*, celle-ci la roue *k*, puis la roue de rencontre *t* ; enfin, *t* meut le balancier H sous le *coq* O, par les palettes. La cadrature est composée des pignons *a* et *c*, et des roues *d*, *l*, comme figure 122 ; R est l'aiguille des heures, N celle des minutes.

Les pendules sonnent souvent les heures sur un timbre, à l'aide d'un marteau et de rouages mis en jeu par un ressort ou un poids. Ces rouages sont arrêtés par une pièce qui empêche l'action du moteur, excepté lorsque l'aiguille des minutes arrive sur douze heures. Alors la roue des minutes pousse une détente, qui dégage l'arrêt et laisse courir les roues de sonnerie. L'une d'elles a dix chevilles qui, tour à tour, attaquent le marteau et le font frapper un coup sur le timbre, et cette roue tourne tant que l'arrêt n'est pas remis en place. Le nombre de coups frappés est réglé par la marche de la roue de chevilles, qui l'est elle-même par le chaperon, roue dont les dents inégalement larges ne laissent retomber l'arrêt, que quand il trouve sous lui le fond d'une de ces dents où il entre.

553. Les mouvements d'horlogerie servent dans beaucoup de machines où l'on n'a pas le dessein de mesurer la durée. Par exemple, les lampes de Carcel sont construites de manière à faire monter l'huile d'un réservoir inférieur jusqu'à la mèche, par la force d'un ressort contourné en spirale dans un barillet, et qu'on monte avec une clef, précisément comme une pendule. Voici comment cette lampe est composée.

La boîte A*a*B (fig. 143) est coupée en deux capacités par un diaphragme *cd*. Le piston P se meut en va-et-vient horizontal dans l'inférieure ; la supérieure A communique librement avec un tube H, qui monte l'huile à la mèche. Quatre orifices pratiqués en *a*, *b*, *c*, *d*, sont clos par des soupapes qui s'ouvrent de bas en haut. Voici le jeu de l'appareil, que nous supposerons plein d'huile, la boîte communiquant avec le réservoir BC où est ce liquide.

Quand le piston P est poussé vers E, il se fait une aspiration en F, qui lève la soupape *b*, et l'huile remplit la chambre F : au contraire, l'huile qui est en E est compri-

mée, et ne pouvant s'échapper en *a* parce que cette soupape est fermée, elle soulève la soupape *d*, passe en A, et de là s'élève vers la mèche. Lorsque le piston P rétrograde, l'huile de F est comprimée, la soupape *b* reste fermée par son poids et par la pression ; la soupape *c* est levée, et l'huile passe en A jusqu'à la mèche : tandis que le vide produit en E, y fait entrer de nouvelle huile qui lève la soupape *a*.

Or, pour donner au piston le va-et-vient, au bout de sa tige F*i*, on articule, en anneau, une manivelle *m*, qu'on fait tourner par un rouage. Un barillet renfermant une lame d'acier roulée en spirale, fait effort pour se débander, tourne et mène un rouage qui communique à la roue *n* un mouvement de rotation. Un *volant* ralentit le développement du ressort, dont l'action est calculée pour durer une soirée entière, sans avoir besoin d'être remontée.

Les rouages sont dans un compartiment séparé, et pour que l'huile n'y puisse pas pénétrer, le trou *i*, où se meut la tige F, est garni en cuir, qui bouche hermétiquement le passage.

Machines pour élever l'eau.

554. *Pompes.* On les classe en deux genres, les *aspirantes* et les *foulantes.* La pompe aspirante, figure 123, est composée d'un tuyau FG, qui plonge dans le réservoir RS, d'où l'on veut tirer l'eau ; c'est le *tuyau d'aspiration.* Une *soupape* E est placée en un lieu quelconque de son cours ; cette soupape est un corps pesant mobile sur une charnière, qui se lève pour ouvrir passage à l'eau, et se referme par son poids ; quand elle est ainsi abaissée, elle bouche exactement l'orifice V, percé dans un diaphragme qui est placé en travers du tuyau. Souvent la soupape est un simple morceau de cuir dont la queue flexible est clouée sur le tuyau et sert de charnière : une rondelle en plomb, fixée au milieu du cuir, s'applique exactement sur l'ouverture. Cependant on fait quelquefois ces appareils avec plus de soin : on les travaille au tour, sur un disque de métal, etc.

Un second tuyau ON s'ajuste avec des boulons au bout du premier; on a soin de ne laisser nulle part, dans ces tuyaux, aucune issue par où l'air extérieur puisse passer. Du reste, la disposition en est ou droite et verticale, ou couchée, ou coudée; il n'importe aucunement qu'on adopte une forme plutôt qu'une autre; les localités et les circonstances seules en décident.

Dans le tuyau ON, qui est un cylindre droit exactement alésé, est un *piston* AB : c'est une sorte de bouchon qui ferme exactement le tuyau, et peut aller et venir dans une partie de sa longueur appelée *corps de pompe :* le piston est percé d'un trou que bouche une autre soupape L, et est attaché par un étrier à une tige P, qui sert à le faire monter et descendre, par un mécanisme quelconque, tel, par exemple, que le levier à brimbale de la fig. 95.

En faisant monter le piston, on produit le vide dans les tuyaux, et la pression de l'air y fait monter l'eau, d'abord en I; puis la soupape E, qui s'était levée, s'abaisse; en sorte qu'en descendant le piston, l'air intérieur s'échappe en levant la soupape L. Un second coup de piston produit une nouvelle aspiration, qui fait monter l'eau plus haut, et ainsi de suite. Pourvu qu'il n'y ait pas plus de 10 mètres de hauteur entre la soupape AB et le niveau RS du réservoir, la pression de l'air fera monter l'eau au-dessus du piston; et à chaque coup, l'eau soulèvera la *soupape dormante* E, quand on montera le piston, parce que dans ce mouvement la soupape L restera fermée. Au contraire, quand on baissera le piston, la soupape E, qui sera fermée par son poids, restera close, et la soupape L se lèvera, parce que l'eau la poussera et passera par-dessus. Ainsi, *à chaque coup de piston, il monte un cylindre d'eau ayant pour base le diamètre du corps de pompe, et pour hauteur la course du piston.* Ce volume d'eau sortira en haut par le *dégorgeoir.* La force nécessaire pour manœuvrer la pompe, est le poids de ce cylindre liquide, porté à la hauteur du dégorgeoir.

555. La *pompe foulante*, fig. 124, agit différemment. Le piston AB, et sa soupape L, sont noyés sous l'eau; la soupape dormante E est située quelque part au-dessus.

Lorsqu'on descend le piston, l'eau qui tend à reprendre son niveau, afflue dans le corps de pompe, en levant la soupape L : quand on remonte le piston, ce corps pousse l'eau devant lui, fait lever la soupape dormante E, qui livre passage au liquide, puis se referme aussitôt. On peut ainsi monter l'eau jusqu'au dégorgeoir, pourvu qu'on emploie la même force que ci-dessus.

La figure 125 représente une pompe à la fois foulante et aspirante. Les deux soupapes E et L sont dormantes, et le piston AB est plein. Quand on élève le piston AB, le vide est produit dans l'intérieur, parce que la soupape L reste fermée; l'eau monte donc par aspiration. Quand, au contraire, on abaisse le piston, sa soupape E reste fermée, et l'eau qui a été amenée sous le piston est refoulée, soulève la soupape L, et monte dans le tuyau OM jusqu'au dégorgeoir.

556. La *pompe à incendie* est foulante; l'eau qui est versée dans une capacité hermétiquement close, est chassée à coups de piston, dans un tuyau dont l'extrémité est garnie d'un ajutage, par lequel elle est lancée avec force. Et comme le jet serait discontinu, parce que l'un des deux mouvements de va-et-vient du piston n'est pas utile à l'effet qu'on veut produire, pour rendre le jet permanent, on dispose deux appareils de pompe dont l'une agit quand l'autre cesse. De plus, on laisse de l'air dans la capacité de la pompe, au-dessus de l'eau. Cet air est comprimé quand on foule l'eau, et réagit par son élasticité lorsque le piston rétrograde.

557. *Noria*, fig. 137. Le long d'une corde ou chaîne sans fin, qui descend jnsque dans l'eau du réservoir, sont attachés des vases ou des seaux: cette chaîne est suspendue à une roue à six bras, à laquelle on imprime un mouvement de rotation. La chaîne saisie en différents points successifs, par les bras de la roue, marche ainsi en faisant monter et descendre les vases. Ceux de ces vases qui plongent dans l'eau s'y emplissent; le moteur les élève, et ils se vident dans une *bâche*, quand, arrivés au sommet, ils s'inclinent.

Quelquefois les seaux sont attachés à la circonférence

d'une grande roue ; mais alors on ne peut monter l'eau qu'à une hauteur un peu moindre que le diamètre.

558. *Chapelet.* Dans un tuyau quadrangulaire AB (figure 126) formé de quatre planches assemblées par leurs bords, passe une corde occupée en espaces égaux par des planchettes carrées de bois CC, d'une dimension presque égale à celle du tuyau ; le tuyau s'en trouve entrecoupé comme le feraient des diaphragmes. Cette corde est sans fin, et des deux parties égales et parallèles, l'une monte dans la longueur du tuyau, pendant que l'autre descend au dehors. Ce mouvement est donné par une manivelle M qui, en haut du tube, fait tourner une roue R à quatre ou six bras, lesquels viennent successivement se placer sous les diaphragmes à mesure qu'ils se présentent.

On plonge le bout inférieur du tuyau dans l'eau, et on manœuvre la manivelle. L'eau qui est portée sur les diaphragmes inférieurs, s'élève peu à peu, et vient se verser en haut dans une bâche. Cette machine est employée pour les épuisements, surtout en plaçant le tuyau obliquement à l'horizon, parce qu'elle est peu coûteuse.

559. *Vis d'Archimède* (fig. 132 *bis*). Concevez qu'un tuyau soit roulé en hélice autour d'un axe, et plongez-en l'extrémité dans un bassin, en tenant l'axe incliné, l'eau s'y répandra au niveau du bassin. Mais si l'on fait tourner l'axe dans un sens, l'eau, pour suivre la pente du canal et descendre dans cette nouvelle position du tuyau, sera obligée de s'élever au-dessus de ce niveau, et le réservoir fournira l'eau nécessaire pour empêcher le vide intérieur. Ainsi, en continuant de tourner, l'eau viendra dégorger par l'orifice supérieur. On peut rouler deux tuyaux semblables sur le même axe, pour en faire une sorte de vis à double pas.

L'usage est de remplacer les tuyaux par des planchettes inclinées en hélice (fig. 132) imitant une vis intérieure, semblable aux spires des vis à bois. Le tout est recouvert d'une enveloppe en planches rendue imperméable à l'air par un bon calfatage.

L'eau courante peut, dans sa chute, imprimer une force motrice dont on utilise les efforts. Le procédé le plus usité

est de faire tourner une roue, dont l'arbre de couche transmet, par des engrenages, à un appareil quelconque, la puissance que la rotation lui communique.

On distingue trois espèces de *roues hydrauliques* dont nous allons traiter séparément, et en montrer les avantages et les inconvénients.

560. *Roues en dessus* (fig. 133 et 134). Lorsqu'on a une grande chute d'eau, on établit une grande roue R, d'un diamètre presque égal à cette hauteur, et on y fixe des pots ou *augets*; l'eau arrive en haut de la roue, par une *buse* B, ou par le guichet E d'une écluse, tombe dans ces augets, à mesure que leur orifice s'y présente, et les emplit. Par la rotation de la roue, l'eau s'en échappe, à cause de l'inclinaison que prennent les augets en descendant; ceux qui sont d'un côté de la roue ont leur orifice tourné en bas et sont vides; la roue tourne donc par l'excès du poids qui charge ceux du côté opposé.

Ces roues, où l'eau arrive à peu près sans chute, sont les plus avantageuses de toutes, surtout quand on ne donne à leur circonférence qu'une faible vitesse : on trouve qu'un mètre par seconde est celle qui convient le mieux. On accroît d'ailleurs la vitesse de rotation, lorsque cela est nécessaire, en disposant un rouet sur l'axe, et le faisant engrener avec une lanterne comme page 411, et fig. 106 et 114. La forme des augets varie d'ailleurs avec les conditions : nos figures en montrent de deux espèces.

561. *Roues en dessous* (fig. 135). Le contour de la roue R est garni de planchettes *pp* dans la direction des rayons, et solidement fixées à la circonférence. L'eau retenue par une digue A, dans le réservoir B, s'échappe vers le bas de la roue par un guichet C, et vient frapper, avec toute la force que lui donne la charge qu'elle éprouve, ces planchettes nommées *aubes* ou *palettes*; et pour que le liquide exerce toute son action, ou du moins en perde le moins possible, on établit la roue entre deux murs parallèles très-rapprochés de ses deux bases verticales, et on donne à la maçonnerie du fond une forme circulaire que les aubes rasent en courant : cette construction est appelée un *coursier*.

Les roues à aubes s'emploient principalement lorsqu'on n'a que peu de chute, pourvu qu'on ait un volume d'eau suffisant; elles sont petites, peu coûteuses, prennent une grande vitesse de rotation, et n'exigent pas, comme les precédentes, un engrenage pour accélérer la course de leur arbre, ce qui économise la force en diminuant la résistance. On emploie fréquemment ce système à raison des avantages qu'on vient d'indiquer, quoique la force motrice soit affaiblie par les conditions mêmes de la structure et de l'emploi.

562. *Roues de côté* (fig. 136). Ces machines participent à la fois des procédés de construction, des avantages et des inconvénients des deux roues précédentes. L'eau arrive sur les aubes de cette roue, presque au niveau du centre, mais un peu au-dessous. Le coursier est construit de manière à raser toutes les aubes, à cause de la forme circulaire qu'on donne à la maçonnerie. Ce liquide y arrive avec peu de vitesse, et agit principalement par son poids, comme dans les roues en dessus : comme l'eau ne trouve d'issue pour s'écouler que dans le petit intervalle qui sépare les aubes du coursier, et que celle qui s'échappe par cette voie agit encore en grande partie sur les aubes inférieures, le système équivaut à peu près à celui des augets. Ces roues peuvent recevoir une grande vitesse ; on les emploie surtout quand la chute d'eau est médiocre.

Les roues hydrauliques servent, comme on voit, à tirer parti de la force d'une masse d'eau qui tombe, pour imprimer à un arbre de couche une vitesse horizontale. Cette puissance est ensuite communiquée par des engrenages, ou des procédés mécaniques, à tirer de l'eau à l'aide d'une pompe, à faire tourner des meules, à mouvoir des pilons, des martinets, des scies, etc.; en un mot, à tout travail continu exigeant de la force.

Manége.

563. Un arbre vertical (fig. 139) porte en bas sur une crapaudine, et est retenue en haut dans des collets fixés

à la charpente de la machine qu'on établit. On arrête à cet arbre un levier qui sert à le faire tourner sur son axe. Le plus souvent ce levier porte à l'extrémité un *palonnier* auquel on attelle un cheval, un âne ou un bœuf; et en faisant circuler l'animal autour de l'arbre, on imprime un mouvement lent de rotation, qu'on accélère, lorsque cela est nécessaire, par un rouet et une lanterne, qui communiquent avec un arbre tournant, chargé d'opérer un travail quelconque, comme fig. 106, 114.

Comme l'animal attelé est étourdi par sa marche circulaire, on lui bande les yeux; et pour qu'il ne s'écarte pas de la circonférence qu'il doit sans cesse parcourir, on lui lie le poitrail à une barre fixée à l'arbre vertical qui l'empêche de s'en éloigner.

Le manége des maraîchers sert à tirer de l'eau d'un puits; les seaux sont suspendus à deux cordes qui, par des poulies de renvoi, vont s'enrouler, en sens contraires, sur un tambour monté sur l'arbre du manége. On fait tourner sans cesse l'animal, tantôt dans un sens, tantôt en sens opposé, pour faire alternativement monter un seau et descendre l'autre. Le seau étant arrivé en haut de sa course, l'eau se dégorge d'elle-même par l'inclinaison qu'il prend en buttant contre un arrêt.

Réflexions sur les Machines, les Moteurs, le Mouvement perpétuel.

564. Les forces motrices qui impriment le mouvement aux machines sont les courants d'eau, l'action du vent, l'expansion de la vapeur, la pression de l'air ou de l'eau, la force de l'eau et des animaux, et les ressorts. Or, quel que soit celui de ces agents qu'on emploie, il importe surtout de prévoir le travail qu'il est capable de produire, et de faire la part des pertes causées par les résistances, pour ne pas s'exposer à développer une force trop grande et trop coûteuse, ou à manquer l'effet désiré, faute de puissance. Voyons donc comment on obtient la mesure des forces et de leurs effets sur les machines.

A l'aide d'un levier, une force peut bien équilibrer un poids 10 fois, 100 fois plus grand qu'elle; il ne faut que donner à cette force un bras de levier décuple, centuple de celui de la résistance. Mais on remarque que, le mouvement ayant lieu, le chemin parcouru par la force est aussi 10 fois, 100 fois celui que parcourt le poids; en sorte que la vitesse du poids est 10 ou 100 fois moindre que celle de la force. Or, c'est ce qui arrive pour toute autre machine, soit simple, soit composée : c'est un principe commun à toutes que *ce qu'on gagne par l'emploi d'une machine à l'avantage de la force, on le perd précisément en espace parcouru*; en sorte que le produit de la force par l'espace décrit est le même pour le moteur que pour la résistance.

Voulez-vous savoir, en faisant abstraction des frottements, si une force et une résistance peuvent se faire équilibre à l'aide d'une machine proposée quelconque; *faites prendre à la machine un petit mouvement; mesurez les espaces qu'auront parcourus ensemble la puissance et la résistance : multipliez chacune de ces forces par l'espace correspondant; si ces produits sont égaux, l'équilibre subsistera; il ne pourra exister dans le cas contraire.* Cette règle est sans exception : c'est un principe certain et fondamental.

Ce qu'on attend d'une machine, est un travail déterminé : or, ce travail, eu égard à la force développée pour l'accomplir, peut toujours être considéré comme un certain poids qu'on a élevé à une hauteur dans un temps donné. Lorsqu'on veut comparer, sous ce rapport, deux machines, il faut que leurs travaux soient ramenés à ces éléments, *poids*, *hauteur* et *temps*. Pour que la comparaison soit facile à faire, il convient de réduire l'action au même temps et à la même hauteur, par exemple à la minute et au mètre : c'est ce qu'on fait par le calcul.

En effet, il est évident qu'élever 75 kilogr. à 2 mètres est précisément la même chose que de monter 150 kilogr. à 1 mètre : car après avoir monté 75 kilogr. à 1 mètre, il faut de nouveau monter 75 kilogr. à 1 mètre, ce qui produit bien 150 kilogr. à 1 mètre de hauteur. D'ailleurs on a vu qu'on doit gagner en poids ce qu'on perd en élévation.

Ainsi *on ramène à 1 mètre de hauteur tous les poids élevés, en multipliant ces poids par leur élévation.*

Et si deux machines fonctionnent pendant des temps différents, en divisant les travaux accomplis par les temps respectifs, les quotients sont les travaux qui ont été faits dans l'unité de temps. Le poids qu'on a élevé à 15 mètres en 5 minutes, a été monté de 3 mètres en chaque minute.

Ainsi, *multipliez le poids en kilogr., par la hauteur en mètres à laquelle ce poids a été monté, et divisez ce produit par le temps du travail (le nombre de minutes), et vous aurez pour résultat le nombre de kilogrammes élevés à 1 mètre en 1 minute.* Si l'on opère ainsi pour deux machines, en comparant les résultats, on reconnaîtra si elles sont de même puissance, ou quel est leur rapport.

Par exemple, une machine a élevé 120 kilogrammes à 63 mètres en 5 minutes, et une autre 360 kilogr. à 7 mètres en 20 secondes, ou un quart de minute; quel est leur rapport d'effets? Je multiplie 120 par 63, et je divise par 5 le produit 7560 kilogr.; j'ai 1512 kilogr. pour le poids élevé à 1 mètre en une minute. D'un autre côté, 360 kilogram. multipliés par 7, donnent 2520 kilogram., qui divisés par un tiers (ou multipliés par 3), produisent 7560 kilogram., montés aussi à 1 mètre en 1 minute. Ainsi 1512 kilogram. et 7560 kilogram. sont élevés, par ces deux appareils, à 1 mètre de hauteur en 1 minute : le premier effet n'est donc que le cinquième du second.

565. Comme toute machine dissipe, dans les résistances et les frottements, une portion considérable de la force motrice, il faut distinguer avec soin le résultat facultatif dont le moteur est capable, de celui qu'il produit réellement, à l'aide de la machine : c'est ce qu'on appelle l'*effet utile*. Ainsi, il n'est pas vrai de dire qu'on gagne exactement dans toute machine en puissance ce qu'on perd en vitesse. Les frottements altèrent considérablement cette vérité, au détriment notable de la puissance. Une machine n'est que le dépositaire de la force qu'on lui confie, et, loin de l'accroître, elle dissipe une partie du dépôt, et le rend avec infidélité. On ne peut jamais retrouver, dans une machine, que l'effet de la force motrice, moins les frottements.

Cet effet, dont elle eût été capable sans ce secours, est diminué par les résistances ; et le meilleur appareil est celui qui perd le moins.

On peut donc, avec une machine convenablement disposée, accroître considérablement l'intensité des puissances, c'est-à-dire les rendre capables de soulever des poids énormes : mais il ne faut jamais perdre de vue qu'on achètera cet avantage par la nécessité de prolonger leur action d'autant plus qu'on les aura plus favorisées. Cette considération échappe aux regards fascinés des personnes qui font des recherches mécaniques, sans avoir les lumières du sujet ; elles pensent que, par une heureuse combinaison d'appareils, on peut accroître assez la puissance motrice, pour la rendre capable de produire un travail, dans lequel les frottements et les résistances ne soient comptés pour rien, et par là obtenir un mouvement qui réparerait de lui-même ses pertes. C'est qu'elles se font une idée fausse de la force, en négligeant d'avoir égard à la durée de son action.

Vous voulez que le moteur l'emporte sur une force centuple ; il faut vous résigner à la voir agir cent fois plus lentement, et même moins vite encore en tenant compte du frottement. Vous élevez de l'eau d'un réservoir, sans le secours des machines ; la force en monte un certain poids : si vous vous servez d'une pompe, vous en monterez autant, à la même hauteur, dans le même temps, en admettant qu'on n'éprouve ni frottement, ni perte ; mais en réalité vous en monterez beaucoup moins.

Et qu'on ne croie pas qu'il faut rejeter les machines, sous prétexte qu'elles dissipent une partie de la force : car, sans ces appareils, beaucoup d'effets seraient impossibles à réaliser, même avec la condition inévitable de diminuer les résultats. Un homme veut porter une grosse pierre à distance ; ses forces n'y peuvent suffire ; il faudrait fracturer cette masse, ou employer les forces de cent ouvriers, encore se gêneraient-ils mutuellement. Au lieu de cela, il emploie un levier, et transporte la pierre sans la briser, en allant 100 fois moins vite, et même plus lentement encore.

Ne séparez donc jamais l'idée de l'intensité de celle de

la durée d'action des moteurs, c'est-à-dire réduisez tout le problème à un travail consistant à élever un poids à 1 mètre en 1 minute : c'est là ce qu'on appelle *force* en mécanique ; et soyez assuré qu'aucune machine n'en pourra faire ni plus, ni moins, quand vous négligerez les résistances, et en fera beaucoup moins, quand vous y aurez égard. En combinant avec adresse les appareils, vous pouvez bien diminuer ces pertes, mais vous ne les annulerez jamais complétement : jamais vous ne retrouverez physiquement les résultats théoriques. La roue hydraulique qu'une chute d'eau fait tourner, si on employait son mouvement à manœuvrer une pompe pour remonter cette eau au niveau du réservoir, n'en remonterait jamais qu'une partie (au plus les deux tiers).

Ces notions suffisent pour faire voir que le *mouvement perpétuel* est impossible à réaliser, même en supposant les matériaux indestructibles par l'usage. Sans les frottements, toute machine mise en rotation doit toujours fonctionner avec la vitesse d'impulsion ; c'est un effet de l'*inertie* de la matière, qui est indifférente au repos et au mouvement. Voilà bien un mouvement personnel. Mais les personnes qui se livrent à ces recherches, veulent en outre qu'il y ait une force disponible, propre à monter un poids, manœuvrer un piston, etc. Ainsi, il ne leur suffirait pas qu'une machine mise en mouvement conservât sa vitesse sans altération, malgré les résistances ; il leur faut encore qu'elle puisse accélérer ses mouvements, pour produire un excès de force, qu'elles veulent employer à d'autres usages, et cela indépendamment de la force nécessaire pour réparer les pertes dues aux frictions. Mais ce résultat revient à admettre qu'un poids peut remonter seul, ou peut en monter un plus lourd avec une vitesse plus grande. Ce fait, impossible en soi, on l'attend d'une heureuse combinaison d'agents mécaniques. Tout en demandant la perpétuité des effets, on ne veut pas tenir compte de la durée des actions. C'est une vérité incontestable qu'*une machine, quelle qu'elle soit, ne peut créer de la force*.

Résumons ce qui vient d'être exposé.

Quelque machine qu'on emploie, une force étant don-

née, l'effet peut en être réduit, par le calcul, à monter un poids déterminé à 1 mètre de hauteur en une minute ; lorsqu'on appliquera cette force à telle machine qu'on voudra, elle ne pourra au plus produire que le même effet ; et encore il est certain qu'à cause des frottements et des pertes dues aux résistances, le poids qu'on élèvera sera toujours moindre que celui que ce calcul indique. La recherche du *mouvement perpétuel* est donc une preuve d'ignorance des lois de la mécanique, ou celle d'une maladie d'esprit. Tant de personnes se livrent à cette vaine recherche, y perdent leur temps et y dissipent leur fortune, que nous avons jugé utile d'exposer les principes propres à garantir la jeunesse d'une manie aussi funeste.

Machines à vapeur.

566. Ces inventions mécaniques sont de si puissants moyens de succès dans les ateliers, qu'on peut dire qu'elles sont devenues l'âme de l'industrie. Nous ne devions pas omettre de traiter un sujet de cette importance ; mais la complication de ces mécaniques, et le grand nombre de formes qu'on leur donne, selon l'usage qu'on en fait, nous force à nous limiter à la simple exposition des principales parties qui les composent. On ne s'attend pas à trouver dans un ouvrage de la nature du nôtre, des détails et des développements, qui exigeraient une étendue que nous ne pouvons leur donner.

Machine à simple effet. La plus simple des machines à vapeur est celle de Newcomen, qu'on appelle *atmosphérique*, parce qu'elle se meut par la seule pression de l'air, ou *machine à simple effet*, parce que des deux courses du piston, il n'y en a qu'une seule qui produise un mouvement utile. On sait que la pression de l'atmosphère soutient l'eau à environ 10 mètres de hauteur : ainsi, lorsque le corps d'une pompe a 3 décimètres carrés de surface, la pression atmosphérique soutient une colonne ayant 300 litres d'eau, et pesant 300 kilogrammes, ce qui fait un kilogramme de pression sur chaque centimètre carré de base

du piston. On trouve la même chose pour toute autre dimension du corps de pompe.

A est une chaudière placée sur un fourneau (fig. 152), B un cylindre alésé, contenant un piston plein P; ce cylindre communique par le bas avec la chaudière dont un robinet *q* le sépare, interceptant ou permettant le passage à la vapeur de l'eau : *s* est une *soupape de sûreté* (*Voyez* page 259) qui est chargée d'un poids *r* au bout du levier *t*. Cette soupape et sa charge sont calculées de telle sorte, que lorsque la chaleur élève la température de l'eau bouillante au-dessus du terme d'environ 90 degrés de Réaumur, ou 112 degrés centigrades, la force expansive de la vapeur devienne assez forte pour soulever la soupape; la vapeur se dégage alors, et on est à l'abri d'une explosion dangereuse.

f est un tuyau qui va du cylindre dans le réservoir *h*; *d* un autre tuyau fermé par un robinet *e* qui se rend au réservoir *i*. LL est un balancier porté par un mur KK où est son centre de rotation V, et qui tire la tige *a* du piston, à l'aide d'une chaîne roulée sur un arc de cercle. A l'autre bras est un arc semblable, et une chaîne qui tire le piston d'une pompe *mm*, placée dans un puits *x*. Les poids *oo*, dont cette tige est chargée, sont calculés pour enlever le piston P, lorsqu'il est au bas de sa course, et surmonter le frottement qui s'y oppose.

Supposons que le piston soit élevé en *c*, après qu'on a ouvert le robinet *q*; la vapeur se répandra dans tout l'espace inférieur du cylindre B, pour empêcher le vide; car le tuyau *f* a une soupape en *h* qui s'oppose à ce que l'eau et l'air puissent y entrer. Qu'on ferme alors le robinet *q*, et qu'on ouvre le robinet *e*, l'eau froide du réservoir *i* affluera dans le cylindre et condensera la vapeur, qui, réduite en eau, se mêlera à celle d'injection. Le vide sera donc produit, et l'air atmosphérique pressant sur le piston, comme s'il était chargé de 1 kilogr. par chaque centimètre carré, descendra, entraînant la tige *mm* de la pompe. On ferme alors le robinet *e*, et l'eau d'injection tombe par le tuyau *f* dans le réservoir *h*. Rouvrant le robinet *q*, la vapeur rentrera sous le piston que le poids *o* relevera en haut

du cylindre. Ce mouvement alternatif se continuera sans cesse, et le jeu de la pompe montera l'eau, qui jaillira enfin par le dégorgeoir x.

Comme les deux robinets q, e, sont toujours, l'un ouvert, quand l'autre est fermé, au lieu de charger un ouvrier d'opérer cette manœuvre, c'est à la machine même que ce soin est confié; les va-et-vient alternatifs de la tige a, communiqués à ces robinets par des procédés aussi sûrs que simples, opèrent les mouvements, sans qu'il soit besoin de s'en occuper. Pour simplifier la figure, nous avons supprimé ce mécanisme. (*Voyez* ci-après n° 573, et fig. 153.)

C'est aussi la machine même qui est chargée d'élever, par le tuyau p, l'eau dans le réservoir d'injection i, à l'aide d'une pompe, et aussi d'alimenter la chaudière, dont l'eau se tarit peu à peu, par l'évaporation, et dont il faut réparer les pertes.

567. Cette machine n'était d'abord employée qu'à mouvoir le piston d'une pompe pour élever l'eau, et faire des épuisements; mais on l'a rendue propre à toute espèce de travail exigeant de la force, en changeant le va-et-vient de la tige mm, en un mouvement de rotation d'un arbre, à l'aide de l'appareil représenté fig. 138. Le bras du balancier est A, qui a le va-et-vient; la *bielle* B est articulée à une manivelle C, qui tourne un arbre de couche, dont les mouvements sont régularisés par le *volant* D. La longueur de la bielle est calculée sur les excursions du balancier, qui par là sont elles-mêmes réglées dans leur étendue.

Nous avons réduit la machine de Newcomen à sa plus simple expression, pour que la figure n'ait pas de confusion; mais nous devons indiquer les perfectionnements que le célèbre Watt lui a fait subir, pour donner une idée juste de ce qu'est aujourd'hui cet appareil, tel qu'il est employé.

L'eau d'injection refroidit aussi bien le cylindre que la vapeur qu'il contient; et comme la nouvelle vapeur affluente doit réchauffer le cylindre, c'est une perte énorme de chaleur, et par conséquent de combustible et d'argent.

Watt imagina non-seulement d'habiller le cylindre d'une enveloppe en bois pour éviter la perte de chaleur due au rayonnement, mais encore de faire opérer la condensation dans un vase séparé appelé *condenseur*. Ce vase communique avec le cylindre, et reçoit l'injection froide; la vapeur s'y précipite dans le vide, s'y condense en eau, et le piston descend ; et comme l'eau s'amasse dans le condenseur, Watt a placé une petite pompe, mue par la machine même, qui épuise cette eau; on l'appelle *pompe à air*, parce qu'elle enlève aussi l'air qui, inévitablement, est contenu dans l'eau de la chaudière et aussi dans sa vapeur. Cette eau de condensation est très-chaude, et c'est avec elle qu'on alimente la chaudière. On obtient par ce moyen une économie de plus de moitié du combustible. Nous entrerons bientôt dans plus de détails sur la construction de cet appareil.

568. *Machine à double effet.* C'est encore à Watt qu'on doit l'idée de rendre utile les deux excursions du piston : ici la force de la vapeur pousse alternativement le piston de bas en haut, et de haut en bas, passant tour à tour au-dessous et au-dessus. Cet appareil est représenté fig. 153. Il n'est plus nécessaire d'employer un contre-poids pour remonter le piston.

Pour mieux faire comprendre le mécanisme, représentons-le à part (fig. 150).

A est le cylindre dans lequel joue le piston B, dont la tige T glisse dans une *boîte à étoupes* O; c'est une cuvette contenant de la filasse graissée, qu'on serre avec des vis, de manière que la tige T coule, presque sans frotter, et sans cependant laisser aucun accès à l'air de dehors au dedans. C est le tuyau qui amène la vapeur de la chaudière ; DQ est un robinet dont nous expliquerons le jeu; *m* est un tuyau qui se rend au condenseur ; les tuyaux *g* et *k* vont porter la vapeur l'un au-dessous, l'autre au-dessus du piston B.

Dans la situation où la fig. 150 représente le robinet, voici ce qui se passe. La vapeur arrivée par CD*g* passe sous le piston, et le soulève, sans pouvoir suivre le chemin QK, attendu que le robinet ferme cette voie; mais en

même temps la vapeur qui est au-dessus du piston, suit la route KQE*m* qui va au condenseur. Ainsi le piston est pressé en dessous et a le vide en dessus; il doit monter comme s'il était poussé par une force d'un kilogramme par centimètre carré de la base du piston. Mais voyons ce qui arrive quand le robinet D est tourné, comme on l'a représenté fig. 151.

La vapeur qui arrive en C, suit le conduit *e*I qui se rend au-dessus du piston, et en même temps le robinet DQ ferme la communication avec le condenseur. D'un autre côté, la vapeur qui était au-dessous du piston, trouvant ouvert le chemin *m*D qui va au condenseur, s'y précipite dans le vide et s'y liquéfie : il y a donc pression par-dessus, vide au-dessous du piston, qui doit alors redescendre, avec la même force qui l'a fait monter. Pour mieux faire concevoir le mécanisme du *robinet à quatre fins*, nous en avons montré les fonctions fig. 154, 155, 156 et 157, dans lesquelles C est l'orifice d'un tuyau qui va à la chaudière, et S celui du condenseur. Voici comment les fonctions s'exécutent.

Quand le robinet est tourné comme on le voit (fig. 154 et 155), la vapeur arrive en C, suit le conduit B, passe sous le piston qui est forcé de monter, parce que la vapeur qui est au-dessus s'écoule en S, par le conduit T, pour aller au condenseur; et quand le robinet se tourne comme dans les figures 156 et 157, la vapeur arrive par C au-dessus du piston par le conduit T, fuit au contraire de dessous le piston au condenseur S, par le conduit B, ce qui fait redescendre le piston.

569. Mais on a trouvé que dans les grandes machines, ce robinet frottait trop, et on a préféré, dans ce cas, le système de soupapes représenté par les fig. 158 et 159. Le cylindre communique en haut et en bas avec deux boîtes, dont chacune renferme deux soupapes qui s'ouvrent de bas en haut : ces soupapes s'ouvrent et se ferment ensemble deux à deux, savoir A avec D, et B avec C, et sont attachées par des tiges E, F, qui les montent et descendent à la fois; en sorte que quand A et D s'ouvrent (fig. 158), B et C se ferment, et réciproquement (fig. 159). Les tiges qui meuvent

les soupapes B et D traversent, dans un trou garni d'étoupes, les deux autres qui sont situées au-dessus. Voici comment les fonctions se produisent, la vapeur arrivant de la chaudière par les orifices percés dans les boîtes au-dessus de A et de C, et allant au condenseur par les ouvertures qu'on voit au-dessous de B et D.

Quand les soupapes A et D sont ouvertes (fig. 158), la vapeur arrive au-dessus du piston, et ne peut passer par les orifices qui sont au-dessous de B, et au-dessus de C, parce que ces soupapes sont closes ; la vapeur qui est sous le piston trouvant un chemin libre par la soupape D, se précipite dans le vide du condenseur ; ainsi, le piston n'est pressé qu'en dessus et descend. Mais aussitôt que les soupapes A et D se ferment (fig. 159), B, C, s'ouvrent : alors la vapeur afflue sous le piston par C, sans pouvoir passer par A ; et celle qui est sur le piston, fuit au condenseur par la soupape B. Ainsi le va-et-vient se continue sans cesse.

Pour montrer l'ensemble du mécanisme de la machine à double effet, et des perfectionnements que Watt y a apportés, nous l'avons représentée fig. 153. On y voit le cylindre ; le piston en haut de sa course, dont la tige traverse la boîte à étoupes ; les deux boîtes des quatre soupapes fonctionnant par l'action de la tige II, que meut le balancier AH, dont le centre de rotation est en C ; le volant ZZ, la bielle HI et la manivelle IK, qui font tourner régulièrement l'arbre de couche K ; le condenseur F avec son ajutage d'injection ; la bâche Y d'eau froide, qui fournit l'eau d'injection ; la pompe à air II ; le réservoir d'eau chaude ; la pompe H qui reporte cette eau dans la chaudière, etc.

Dans cet état de choses, la vapeur arrive de la chaudière par le tuyau T dans la boîte supérieure, passe par la soupape A′ au-dessus du piston, le presse et le fait descendre ; attendu que la vapeur qui était au-dessous a fui dans le condenseur par la soupape D′. Le piston une fois au bas de sa course, les soupapes A′ et D′ se ferment, B′ et C′ s'ouvrent, et la vapeur, comme on vient de l'expliquer, arrive sous le piston par C′ ; et celle qui était au-dessus se précipite par B′X dans le condenseur : le piston remonte donc. Ce jeu se continue perpétuellement.

Il y a deux autres inventions remarquables.

570. La première est le *parallélogramme de Watt* ABEG (fig. 153). On conçoit qu'il est indispensable que la tige du piston demeure verticale pour ne pas être gênée dans sa marche par la boîte à étoupes. Cependant on ne peut ici se servir du balancier à secteur, ni des chaînes, parce qu'il faut que la tige du piston soit aussi bien poussée que tirée. Voici comment on surmonte cette difficulté.

Le parallélogramme ABEG est formé de quatre tiges de fer qui sont articulées à leurs bouts, de manière à permettre leur rotation aux angles. DE est une autre tige, aussi articulée à ses extrémités, et dont l'une D peut tourner sur un axe fixé au bâti. Il suit de cette disposition que, dans les mouvements de va-et-vient du balancier autour de l'axe C, la fig. AGEB reste toujours un parallélogramme, mais que les angles changent; on peut voir que la tige du piston reste sensiblement verticale dans toutes les oscillations.

571. La seconde invention est celle du *modérateur* ou *régulateur* NQR. Quand l'action de la vapeur devient trop vive, les oscillations du balancier s'accélèrent, le volant tourne trop rapidement : il s'agit d'en régler la vitesse. La tige verticale L, retenue à ses deux bouts dans des collets, a une poulie horizontale M montée à carré, qui est entourée par une corde sans fin M*m*K; cette corde passe sur une autre poulie K fixée à l'arbre du volant. Il en résulte que cet arbre communique son mouvement à la poulie M, et que celle-ci tourne vite ou lentement comme cet arbre.

Les deux boules pesantes NN sont portées par les leviers croisés QON dont le centre de rotation est en O, et dont le bout Q est articulé avec la tige QR mobile en Q et R. R et O sont des anneaux qui embrassent l'axe vertical L; en sorte que lorsque la poulie M tourne, tout le système prend un mouvement de rotation sur cet axe. Or, la force centrifuge écarte d'autant plus les boules N, l'une de l'autre, que la vitesse est plus grande, ce qui déprime le quadrilatère QRQ'O, et force le sommet R à descendre un peu sur l'axe L. Alors, le levier VR, tiré en R vers le bas, tourne en S, et élève le point V : ce mécanisme tourne un robi-

net T qui diminue l'ouverture du passage de la vapeur, et par conséquent ralentit le mouvement. Quand la rotation est, au contraire, devenue plus modérée, les boules N retombent, et le conduit T se rouvre à la vapeur. Ainsi, cet ingénieux appareil a pour objet de retarder la vitesse quand elle est trop grande, et de l'accélérer lorsqu'elle est trop faible. Aussi le modérateur tourne-t-il avec une vitesse presque uniforme.

572. Nous pouvons maintenant faire concevoir la machine à simple effet de Watt ; c'est celle qui maintenant est en usage, et qui est pourvue du volant, du modérateur, du condenseur, de la pompe à l'air, etc., en un mot, de toutes les parties que représente la figure 153. Seulement elle diffère de la machine à double effet, en ce que la vapeur ne presse le piston qu'en dessus, pour le faire descendre, et que, comme dans l'appareil de Newcomen, il remonte par un contre-poids.

La soupape B′ manque, ainsi que l'orifice du conduit de vapeur qui est au-dessous ; le reste est comme ci-devant ; il y a une boîte à étoupes qui empêche la communication avec l'air extérieur ; un condenseur F séparé du cylindre, la vapeur arrive par le tuyau T, et passe dessus le piston quand la soupape A est ouverte, ce qui le force à descendre, parce que la vapeur qui est au-dessous se rend au condenseur, les soupapes D′ et C′ étant la première ouverte, la seconde fermée, comme on le voit dans la figure 153.

Mais lorsque cet effet est produit, les soupapes A′ et D′ se ferment, et C′ s'ouvre. Alors la vapeur qui est au-dessus du piston passe dans le tuyau qui joint les deux boîtes, va de A′ sortir en C′, et presse le piston par le bas : ainsi ce piston reste immobile un moment, parce qu'il est entre deux forces égales et opposées. Le contre-poids fait alors son effet, remonte le piston en haut, et force toute la vapeur à passer sous ce piston par le conduit C′, puisque la soupape D′ est fermée ; et ainsi de suite.

573. Voilà donc en quoi consistent les deux machines à simple et à double effet. Dans la première, la soupape B′ manque, C′ marche seule, et les deux soupapes A′ et D′

marchent à la fois, et même avec celle d'injection : ces trois dernières, liées ensemble, prennent un mouvement commun haut et bas, toujours contraire à celui de C'. La vapeur arrive de la chaudière au-dessus du piston, et le fait descendre, remplaçant la pression atmosphérique, quand le vide est produit au-dessous : et lorsque le contre-poids fait remonter le piston, la vapeur, qui était au-dessus, passe en entier au-dessous, pour de là être condensée peu après, et ramener le piston en bas par de nouvelle vapeur venue au-dessus ; et ainsi de suite.

Dans la machine à double effet, la vapeur presse le piston de haut en bas, et aussi de bas en haut, alternativement. Quand le piston est en haut du cylindre, la vapeur passe de la chaudière au-dessus du piston, et celle qui est au-dessous s'écoule dans le condenseur : et quand le piston est parvenu au bas du cylindre, la vapeur vient de la chaudière sous le piston, et celle qui est au-dessus est à son tour condensée. Ces effets sont produits à l'aide de communications tour à tour permises ou défendues, soit avec la chaudière, soit avec le condenseur.

La machine à double effet ayant ses deux mouvements de va-et-vient utilisés, doit faire deux fois plus de travail que l'autre ; mais comme il y a perte de vapeur à chaque excursion, la dépense de combustible est double. C'est donc comme si l'on employait deux ouvriers au lieu d'un seul, en les payant l'un et l'autre. Néanmoins, le plus souvent, on préfère la machine à double effet, surtout lorsque l'on veut hâter le travail qu'on se propose.

574. La machine à vapeur est si ingénieusement combinée, qu'elle marche avec la régularité d'une pièce d'horlogerie ; tous les mouvements sont réglés sous l'influence du moteur ; les robinets ou les soupapes sont manœuvrés par l'appareil même à l'aide des leviers E' et F', que les arrêts II de la tige II attaquent tour à tour. Comme il importe de ne pas laisser tarir l'eau de la chaudière, afin d'éviter le danger d'une explosion, on y a ajouté des flotteurs, et autres moyens d'y reconnaître le niveau de l'eau. On y a adapté un *manomètre ;* c'est une espèce de baromètre où on lit, sur la colonne de mercure, quelle est

la force expansive de la vapeur. Et comme l'économie du combustible, ou ce qui équivaut de la vapeur, est ici une chose essentielle, Watt en a réduit la quantité au tiers de ce qu'on en consommait avant lui, en ne laissant entrer dans le cylindre, à chaque excursion du piston, que le tiers de ce qui serait nécessaire pour en emplir la capacité; la *détente* de la vapeur suffisant pour faire achever la course.

Il suffit, pour que la machine travaille, que l'eau de la chaudière soit soutenue à la température de 80°, à laquelle l'eau bout dans l'air libre; alors la vapeur exerce sur le piston une pression équivalente au poids d'un kilogramme sur chaque centimètre carré. Mais, dans la réalité, on pousse toujours le feu, jusqu'à ce que la force expansive dépasse cette limite, et s'élève jusqu'à 1 atmosphère et demie, et même 2 atmosphères, c'est-à-dire 1 et demi à 2 kilogrammes de pression par centimètre carré, afin de rendre les effets plus assurés et plus utiles.

575. *Machines à haute pression.* On a reconnu que la température de la vapeur ne croissait pas proportionnellement à sa force expansive. Ainsi, pour avoir une pression de 1, 2, 3, 4, 5... atmosphères, c'est-à-dire pour que chaque centimètre carré du piston supporte 1, 2, 3, 4, 5... kilogrammes, il faut élever la température à 80°, 98°, 108°, 116°, 123... degrés de Réaumur. On a donc pensé qu'il y aurait économie à employer des machines où la pression serait très-élevée, dans l'idée qu'il ne faudrait pas doubler, tripler la consommation de combustible, pour doubler, tripler la force de la pression. L'expérience n'a pas confirmé ces présomptions, et on reconnaît qu'il n'y a pas autant à gagner, sous ce rapport, qu'on l'avait espéré; tandis qu'on accroît les dangers d'explosion, que la machine s'use plus vite, que ses fonctions se détériorent, et qu'au bout d'un peu de temps on perd plus qu'on n'a gagné. Ainsi on s'est borné à ne pousser la pression qu'à 1 et demie ou 2 atmosphères, et les machines de Woolf qui l'élevaient à 3, 4 et 5, n'ont pas tenu les promesses qu'on avait faites.

Toutefois il est un cas où ces machines sont précieuses:

c'est lorsque l'emplacement étroit oblige de se contenter d'une petite chaudière. Ainsi, dans les bateaux à vapeur, les waggons des chemins de fer, l'espace est trop resserré pour pouvoir se dispenser d'employer une pression de 4 à 5 atmosphères. Mais alors on ne condense plus la vapeur, et on la perd. Voici comment on obéit à cette nécessité. On supprime tout l'appareil de condensation, savoir : la bâche d'eau froide, le condenseur, la pompe à air et la pompe à eau froide ; il ne reste plus que la chaudière, le cylindre, le piston et les soupapes. Une machine de ce genre est petite, légère, peu coûteuse, peut être embarquée sur un bateau ou sur une voiture, et est très-appropriée à la locomotion. La vapeur est chassée et perdue dans l'eau ou l'air, ce qui oblige à surmonter la pression de l'atmosphère, et, par conséquent, à ne profiter que de l'excès de la pression de la machine sur celle-ci. Quand elle est à 4 atmosphères, on n'en dispose que de 3. Et il ne faut pas croire que ces hautes pressions offrent plus de dangers que les autres, parce qu'on prend plus de précautions pour éviter les explosions, en surveillant davantage, en donnant plus de force au métal et le soumettant à des épreuves exagérées. L'expérience prouve qu'il crève plus de machines à basse qu'à haute pression. Les systèmes de Woolf, Threvitik, Oliver Evans, etc., sont fondés sur ce principe.

Il existe bien des espèces différentes de machines à vapeur, et nous ne pourrions entrer ici dans les détails nécessaires pour en faire concevoir le mécanisme ; il nous suffit d'en avoir exposé les principes, en les appliquant aux machines les plus employées.

Ces machines impriment le mouvement de rotation à un arbre horizontal, et on transmet ensuite cette force à toute espèce d'appareil ayant pour objet d'exécuter un travail déterminé. C'est ainsi que, pour mouvoir les *bateaux à vapeur*, on prolonge cet arbre au dehors des flancs du bâtiment, et on l'arme de palettes rotatives, qui frappent vivement l'eau et produisent l'effet des rames, d'où résulte un mouvement de progression, qu'on dirige à l'aide du gouvernail.

Force des Machines.

576. Nous avons dit qu'à la pression d'une atmosphère, le piston d'une machine à vapeur est chargé du poids d'un kilogramme par chaque centimètre carré; mais il s'en faut de beaucoup que ce poids soit employé totalement au travail que la machine doit faire. Le frottement des pistons et des axes, la nécessité d'ouvrir et de fermer les robinets ou soupapes, de mouvoir la pompe à air et la pompe à eau froide, etc.; toutes ces mécaniques absorbent de la force motrice. Il faut encore observer que, dans le vide, l'eau bout à basse température; l'eau du condenseur doit donc fournir des vapeurs, et, par conséquent, en laisser subsister une partie qui s'oppose au mouvement du piston. Ainsi, il est rare qu'on puisse évaluer la pression *utile* à plus de trois cinquièmes de kilogramme par centimètre, et par chaque atmosphère.

Si le piston a 60 centimètres carrés de surface, et qu'on travaille à 4 atmosphères, la pression sera donc de 144 kilogrammes. Plus le piston est grand, et plus l'action est forte. L'étendue de la course du piston à chaque excursion, le nombre des oscillations par minute, sont aussi les éléments nécessaires du calcul qui détermine le travail de l'appareil. Ainsi, un piston de 70 centimètres carrés de base superficielle, qui parcourt 1 mètre par seconde, sous la pression d'une seule atmosphère, est capable d'élever 250 mille kilogrammes à 1 mètre de hauteur par heure. On est convenu de regarder ce résultat comme donné par la *force d'un cheval* (*). Ainsi quand on dit d'une machine quelconque qu'elle a la force de dix chevaux, cela signifie que son travail peut élever à 1 mètre par heure dix fois 250 mille kilogrammes.

577. Pour calculer la force d'une machine à vapeur, on évalue d'abord la surface du piston en centimètres car-

(*) C'est 4200 kilogr. par minute, ou 70 kilogr. par seconde, élevés à 1 mètre.

rés (*), et on a le nombre de kilogrammes de pression par chaque atmosphère.

Comptez combien le piston fait d'excursions en une minute (le va-et-vient ne compte que pour une seule, quand la machine est à simple effet), multipliez par la course du piston, et vous aurez l'espace parcouru en une minute, que vous exprimerez en mètres. Le produit de ce nombre par la pression ci-devant obtenue, sera le nombre de kilogrammes élevés à 1 mètre par minute.

Enfin, divisez ce poids par 4200 (qui est le travail supposé du cheval en une minute), le quotient sera le nombre de chevaux qui exprime la force de la machine.

Supposons, par exemple, que le diamètre du piston soit de 50 centimètres ; le carré 2500, multiplié par 0,785, donne 1963 kilogrammes. Si la machine fonctionne à deux atmosphères, la pression sur le piston est de 3926 kilogr. Admettons que le piston fasse cinquante oscillations par minute, et que sa course soit de 20 centimètres ou $0^{m},2$; le produit 10 mètres est l'espace parcouru en une minute ; d'où l'on voit que la machine élève 3926 kilogr. à 10 mètres, ou, ce qui équivaut, 39260 kilogr. à 1 mètre par minute. Divisant ce résultat par 4200, on trouve que la force est d'un peu plus de 9 chevaux.

La pompe à feu de Chaillot élève par heure 1750 hectolitres d'eau à 36 mètres d'élévation au-dessus du niveau moyen de la Seine ; c'est 63 mille hectolitres par heure, ou 105 mille kilogr. par minute, élevés à un mètre : divisant 105000 par 4200, le quotient 25 indique que la machine a réellement la force de 25 chevaux effectifs et toujours attelés. Celle du Gros-Caillou, qui n'élève que 542 hectolitres à 33 mètres de hauteur par heure, n'a que la force de 5 chevaux.

578. Il convient d'ajouter ici que la force d'un animal dépendant de sa constitution, son âge, sa nature, etc., cette force du cheval est un élément si variable qu'il n'est

(*) Il faut mesurer le diamètre en centimètres, faire le carré de ce nombre, et multiplier par 0,785 ; ou bien ajouter ensemble la 1/2, le 1/4 et le 1/28 de ce carré.

pas possible d'en fixer la valeur, même en termes moyens ; lorsqu'on répute un cheval capable du travail de six ou sept hommes dans le même temps, c'est une évaluation approximative, qui n'a rien de fixe, parce qu'il faudrait savoir de quel cheval et de quels hommes on veut parler. Aussi le résultat du calcul ci-dessus n'est-il nullement comparable à ce qu'on obtiendrait du travail de cet animal, même en le supposant robuste et bien employé. Ce n'est donc qu'une mesure de convention qui, d'ailleurs, suffit à l'objet qu'on a en vue, pourvu qu'on n'y attache pas réellement l'idée de chevaux attelés pour remplacer la vapeur.

En outre, une machine fonctionne jour et nuit, tandis que le cheval ne peut travailler qu'environ huit heures par jour. De sorte que quand bien même on substituerait des chevaux à la vapeur, en même nombre que celui qui en exprime la force, et que le travail serait le même en une heure, on voit bien qu'il faudrait des relais pour le prolonger pendant vingt-quatre heures ; ainsi, la machine représente un nombre triple de chevaux : sans compter que ces animaux attelés ensemble pourraient se gêner les uns les autres, et qu'il faudrait des conducteurs, des palefreniers, des écuries, etc. Ainsi, la machine à vapeur remplace les chevaux, avec de nombreux avantages, exige un emplacement moins étendu, des soins moins assidus, est indépendante des maladies des animaux, et est chargée du travail le plus pénible et le plus abrutissant pour l'homme.

579. On a trouvé que les meilleures machines à vapeur de Watt consomment 5 kilogr. de bonne houille par force de cheval et par heure : quelques perfectionnements dans la fabrication réduisent ce poids à 4 ou 4 et demi kilogr. dans les grandes machines. Ainsi, on peut, jusqu'à un certain point, connaître la consommation d'une machine à vapeur quand on a sa force ou réciproquement. Si je sais qu'un de ces appareils a la force de neuf chevaux, j'en puis conclure qu'il consommera au moins 36 kilogr. de charbon par heure.

580. Les calculs ci-dessus indiqués servent aussi à expri-

mer en *chevaux de vapeur* les forces motrices de tout genre. Appliquons-les aux roues hydrauliques.

Supposons qu'un courant fasse tomber 6164 litres d'eau par minute, de $1^{m},5$ d'élévation : en multipliant ces deux nombres, on a 9246 litres tombant de 1 mètre : répétant 60 fois, le produit par heure est de 554,760 litres. Ainsi, en supposant que rien n'est perdu, cette force serait capable d'élever 554,760 kilogr. à 1 mètre chaque heure. Divisons par 250,000 kilogr., qui expriment la force d'un cheval de vapeur dans les mêmes conditions ; le quotient 2,22 indique que le cours d'eau a la force d'à peu près deux chevaux et un quart ; bien entendu que les pertes et les frottements réduisent cette force au plus à moitié.

D'après cela, il est facile de s'assurer d'avance si un cours d'eau, ou toute autre force, est capable de produire un travail donné. La mouture, par exemple, exige la force d'à peu près quatre chevaux pour une paire de meules : le cours d'eau qu'on vient de citer ne suffirait donc pas pour mouvoir une meule à blé.

La hauteur de chute obtenue par un barrage est toujours facile à mesurer ; voici comment on obtient la vitesse d'une eau courante. On jette à la surface une boulette de cire, ou tout autre corps léger, et on observe le temps qu'elle met à parcourir une distance : on en conclut la vitesse en mètres, ou l'espace décrit en une minute. Ce résultat n'est qu'approché, mais il suffit à notre objet.

En imaginant une coupe transversale du lit du ruisseau, on trouve aisément la surface de la coupe en mètres carrés. Multipliant ce nombre par la vitesse, on a le nombre de mètres cubes d'eau qui s'écoulent chaque minute. C'est la masse d'eau motrice.

Le procédé de jaugeage qu'on vient d'exposer est peu précis ; mais on en a de plus exacts. (*Voyez* le Dictionnaire de Technologie, art. *Écoulement.*)

Quand la source est faible, on la jauge en recevant l'eau dans des vases de capacité connue, et comptant le temps de l'écoulement. On sait ainsi combien de litres s'écoulent chaque minute. On est dans l'usage d'appeler *pouce d'eau*

la quantité de 13 un tiers de litres (572 pouces cubes) écoulés chaque minute, ce qui fait 800 litres ou kilogr. par heure. Le pouce d'eau est divisé en 144 lignes (la ligne d'eau est de 55 et demi litres par heure).

Si la source est plus abondante, on fait un barrage avec une plaque de tôle percée de trous ayant chacun 1 pouce de diamètre, et situés sur une ligne horizontale. On bouche, avec des chevilles de bois, autant de ces trous qu'il est nécessaire, pour que le niveau se maintienne constamment à une ligne au-dessus de ces trous. Autant il reste de trous ouverts, et autant la source produit de pouces d'eau, ou de fois 13 litres et un tiers par minute. On a soin de percer aussi, dans la plaque ou jauge, d'autres trous plus petits pour évaluer les fractions de pouce, en lignes d'eau. On détermine, par expérience, la quantité d'eau écoulée par chacun de ces trous en une minute, quand le niveau est maintenu ainsi qu'il a été dit ci-devant.

Le volume d'eau écoulé en une minute par l'orifice circulaire, percé dans la plaque de tôle, dépend du diamètre et de l'enfoncement du trou au-dessous du niveau du liquide ; et on peut augmenter considérablement le volume écoulé, en perçant le même orifice à de plus grandes profondeurs. Voici le calcul très-facile qui sert à trouver ce volume.

Mesurez le diamètre de l'orifice et l'enfoncement de son centre sous le niveau, et exprimez ces mesures en millimètres :

1° Faites le carré du diamètre de l'orifice ;

2° Prenez la racine carrée de l'enfoncement du centre ;

3° Multipliez ce carré par cette racine, et le produit par le nombre 0,00409 : vous aurez le nombre de litres d'eau écoulé en une minute.

Exemple : le diamètre est de 5 centimètres, et l'enfoncement de 1 mètre et demi. Le carré de 50 mill. est 2500 ; la racine de 1500 mill. est 38,75 ; le produit de ces deux nombres est 96875. Multipliant par 0,00409, on trouve que l'orifice percé dans la plaque de tôle débite chaque minute 396 litres d'eau, si le niveau reste le même.

Utilité des Machines.

581. Les machines, en mettant en jeu les forces de la nature, multiplient les moyens de produire à peu de frais ; en abaissant les prix, elles procurent au peuple plus d'aisance, elles ajoutent de la valeur aux matières premières, se chargent des travaux pénibles et avilissants, réservent l'intelligence humaine pour un emploi plus utile, etc. Un moulin à eau peut moudre 36 hectolitres de blé par jour, ce qui exigerait plus de 150 hommes, aidés de moulins à bras, pour donner de mauvaise farine. Une chute d'eau coûte au plus 10 francs par jour près de Paris, et les 150 ouvriers coûteraient 300 francs ; il y a donc économie de 290 francs par jour ; le pain doit être moins cher. Toute bonne machine conduit à de semblables résultats.

On objecte, il est vrai, que les bras sont privés d'emploi, et que le pauvre manque de travail. Mais loin de supprimer les ouvriers, les machines en accroissent partout le nombre, en augmentant la consommation. Les livres imprimés remplacent les manuscrits, et un homme fait l'ouvrage de deux cents copistes. Cependant la presse fait vivre une foule de personnes, fondeurs de caractères, fabricants de papiers et d'encre, relieurs, libraires, auteurs, etc. En Chine, en Pologne, tout se fait à force de bras, et les ouvriers meurent de faim. Si nous n'avions pas de machines à filer le coton, nos vêtements seraient grossiers, et les étrangers se seraient emparés de ce genre d'industrie dont nous serions tributaires. Les filatures, au contraire, ont porté l'aisance partout où on les a introduites. Les fabriques d'horlogerie ont peuplé des pays autrefois déserts.

Cette question est trop grave et trop étendue pour trouver ici les développements nécessaires ; nous renvoyons au bel ouvrage du savant Say, que la France et l'humanité regrettent.

ADDITION

A L'ARTICLE 325

SUR LES CHEMINS DE FER.

---

582. L'importance qu'ont acquise les chemins de fer nous détermine à ajouter quelques détails sur ces moyens de transport, à ce que nous avons dit page 281.

Rails. On a renoncé à se servir des rails à bordures représentés fig. 55, parce que la boue les engorge facilement, qu'étant plus pesants ils sont plus coûteux, et qu'enfin on n'en peut faire usage quand un chemin à niveau croise la route. Pour empêcher les roues de quitter la voie, on a préféré munir leurs jantes d'un rebord circulaire, qui saille sur toute la circonférence du côté intérieur de la voie. La fig. 57 *bis* représente une partie des jantes; elles roulent sur les bandes par les cercles bb', que dépassent les rebords cc' : l'essieu est aa'. Cette figure incomplète suffit pour faire concevoir que, même quand la route se courbe en arc, la force centrifuge ne peut faire quitter la voie, parce que l'une des bordures presse latéralement le rail.

Du reste, ainsi qu'il a été expliqué page 281, le rail, dont la fig. 56 donne la coupe, et qui est logé en sb, fig. 57, dans les coussinets qq', sur des dés en pierre, conserve sa direction : pp' est la traverse en bois qui supporte le dé, cloué en oo'. Les rails sont deux à deux attachés bout à bout sur chaque coussinet par des griffes en fer ou des coins en bois. On varie d'ailleurs beaucoup le mode de consolidation.

Quand deux voies parallèles doivent se joindre en une seule, on dévie la bande extérieure de l'une pour la rendre coïncidente avec la bande extérieure de l'autre voie; et on

rend immobile, autour d'un axe vertical, la partie correspondante de la bande opposée. Ce bout de rail mobile, appelé *aiguille*, est tourné quand il le faut sur son axe, pour l'amener, en le rendant oblique, à joindre le rail extérieur de la seconde voie.

Lorsqu'on veut faire tourner un waggon, pour le faire passer sur une autre voie de direction différente, et même perpendiculaire à la voie où il est, on établit une plate-forme circulaire sur les deux voies, munie de rails dans la direction des premiers rails : cette plate-forme, montée sur des galets, est mobile autour d'un axe central. On y amène le waggon, et, après l'avoir fait tourner pour amener ses rails dans la direction de ceux où l'on veut le faire marcher, on y pousse le waggon pour le faire sortir de la plate-forme : de la sorte, il se trouve porté sur la nouvelle voie.

Waggons. Les roues sont en fonte, entourées d'une bande de fer forgé; elles sont solidaires avec leur essieu, et non pas mobiles sur cet axe, comme dans les roues ordinaires. C'est l'essieu qui tourne, dans des boîtes boulonnées à la charpente du chariot. Les axes des quatre roues restent ainsi toujours parallèles; les plans des roues sont sans cesse verticaux et parallèles à l'axe du chemin. Cet agencement rend bien difficile que les roues sortent des rails, même dans les voies courbes. Il est vrai qu'alors la force centrifuge augmente beaucoup le frottement sur les rails, et cause une force de torsion aux essieux.

Locomotives. Le foyer est au milieu de la chaudière, et l'eau l'entoure de toutes parts. Comme la machine est à haute pression, l'eau qui répare les pertes causées par la dépense de la vapeur y est sans cesse lancée par une pompe foulante, alimentée par le tender; le piston de cette machine motrice est horizontal sous la voiture, et agit par une manivelle sur l'essieu de l'une des paires de roues de la locomotive, le sorte à tourner avec ses roues, et entraîne ainsi la locomotive avec tout le convoi.

Lorsqu'il s'agit d'exploitations souterraines de mines ou de carrières, les voitures chargées de matériaux pesants sont traînées par des chevaux sur des chemins en fer, en bois ou en pierres. Mais ces cas particuliers exceptés, c'est

la force motrice de la vapeur qu'on doit employer. Les chemins de fer ne sont réellement utiles que pour obtenir de grandes vitesses de transport. On ne conçoit pas quelle idée malheureuse le gouvernement a eue, après l'affreux accident du 8 mai 1842, de prescrire dix lieues pour plus grande vitesse de parcours des convois. Cette mesure est dans le seul intérêt des administrations de chemins de fer, dont elle économise le matériel; mais elle est contraire au but qu'on se propose. C'est un minimum de vitesse qu'il faut ordonner, et non pas un maximum. Lorsqu'on a décidé que les convois ne parcourraient que dix lieues à l'heure, ce qui ne donne que huit lieues à cause des stations de la route, on a fait une chose qui étonnera nos successeurs; ils ne concevront pas que, dans un siècle de lumières, on ait pu rendre une ordonnance aussi fausse. Ce n'est vraiment pas la peine de faire des frais énormes, de porter atteinte à la propriété, et de bouleverser toutes les existences, pour obtenir une vitesse double de celle de la poste, et même de celle des diligences, qui, en belle route, font quatre lieues à l'heure.

Mais, dira-t-on, il fallait indispensablement éloigner les causes de danger; examinons si la mesure remplit ce but. Les dangers des chemins de fer sont de trois espèces, l'explosion de la machine, la sortie des rails, et les arrêts brusques.

L'explosion en plein air ne pourrait guère compromettre la vie des voyageurs; celles du chauffeur et du mécanicien seraient seules exposées. Mais cet événement est rendu presque impossible par la cons ruction même de la locomotive. Le foyer est enveloppé par l'eau de la chaudière, et la moindre fissure doit éteindre le feu. On sait d'ailleurs que l'explosion de la chaudière est causée par la flamme qui rougit ses parois à sec, cas qui ne peut guère arriver ici.

La sortie des rails n'est possible que dans les tournants, à cause de la force centrifuge; voilà pourquoi on évite toujours de leur donner de trop courts rayons. D'ailleurs si ce cas arrivait, les roues, traînées sur le sable, y trouveraient un frein naturel qui arrêterait la course. Il peut être prudent de ralentir la marche dans les tournants dangereux,

comme on enraye les voitures sur les pentes rapides.

La seule cause de désastre est dans les arrêts brusques; un essieu cassé, un obstacle imprévu, etc., peuvent y donner lieu. C'est vers ce malheur que l'attention doit se diriger, et non en ralentissant la marche, en compliquant le mécanisme par des freins, etc., qui ne pourraient causer que des désastres. Une inspection sévère, un bon matériel bien entretenu, une administration soigneuse et éclairée, sont les meilleures garanties. Lorsqu'un convoi est arrêté tout à coup, chaque voyageur reçoit le choc d'une masse énorme animée d'une grande vitesse; il doit nécessairement périr, comme s'il était frappé d'un coup de massue. Mais il périrait aussi avec une vitesse moitié moindre; ne serait-on pas aussi bien tué par un poids de cent kilogr., tombant de 20 mètres de hauteur, que s'il tombait de 40 mètres? et celui qui se précipite d'un sixième étage sur le pavé, meurt aussi quand il ne tombe que du cinquième.

Ce n'est donc pas en réduisant la vitesse à 10 lieues par heure, qu'on évitera les catastrophes des arrêts brusques. L'administration du chemin de Corbeil se distingue par le soin qu'elle met à toutes les branches de service, et elle n'a jamais éprouvé le moindre accident : on peut affirmer qu'il est tout à fait improbable qu'elle en éprouve jamais. Si parfois les diligences versent, c'est que les circonstances de la route, du chargement, de l'état du ciel, varient dans tous les voyages; mais maintenant qu'on a acquis l'expérience des modes de transport sur les chemins de fer, les dangers y sont moindres que dans tous les autres modes, parce que tout y est aujourd'hui ce qu'il était hier; pourquoi voudrait-on qu'un accident fût devenu possible? Le désastre du 8 mai a été le résultat de plusieurs circonstances fortuites, qui ne s'étaient jamais rencontrées et ne se rencontreront jamais : et pour ce qui concerne la vitesse, croit-on que l'administration du chemin de Corbeil ait compromis la vie de la famille royale, lorsqu'elle l'a transportée à huit lieues en 28 minutes? et si ce voyage a été sans danger, pourquoi d'autres semblables en auraient-ils?

En définitive, nos chemins de fer ne remplissent qu'im

parfaitement leur but; ils doivent faire courir 15 à 18 lieues à l'heure, sans que cette vitesse crée de nouveaux périls. Pour les éviter, il faut une surveillance de tous les instants, un matériel bien entretenu, des préposés actifs, intelligents, enfin une administration prévoyante, et qui ne sacrifie pas la sûreté publique à ses intérêts.

FIN.

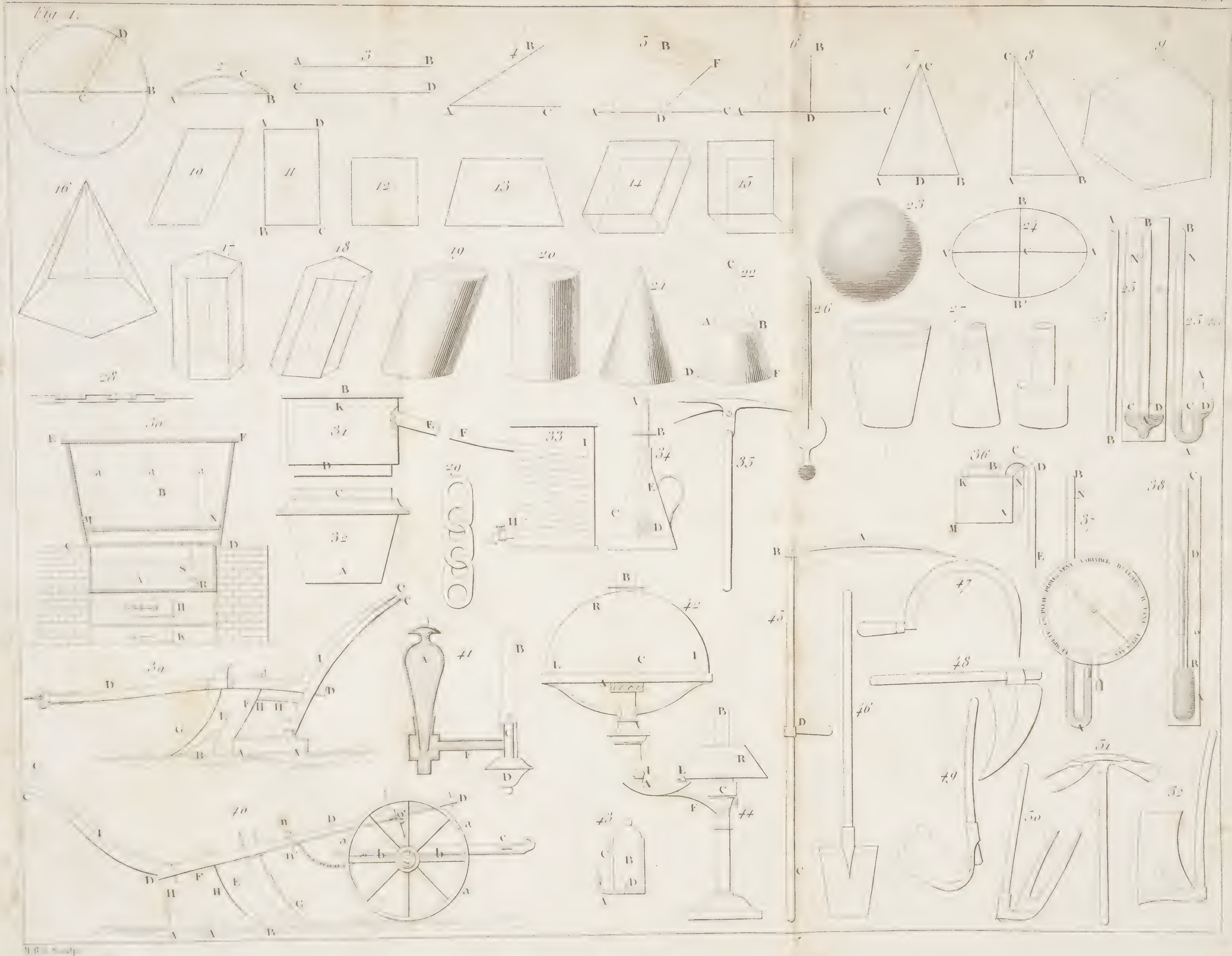
TABLE

DES MATIÈRES.

Voyez la table alphabétique au commencement de l'ouvrage.

FIN DE LA TABLE.

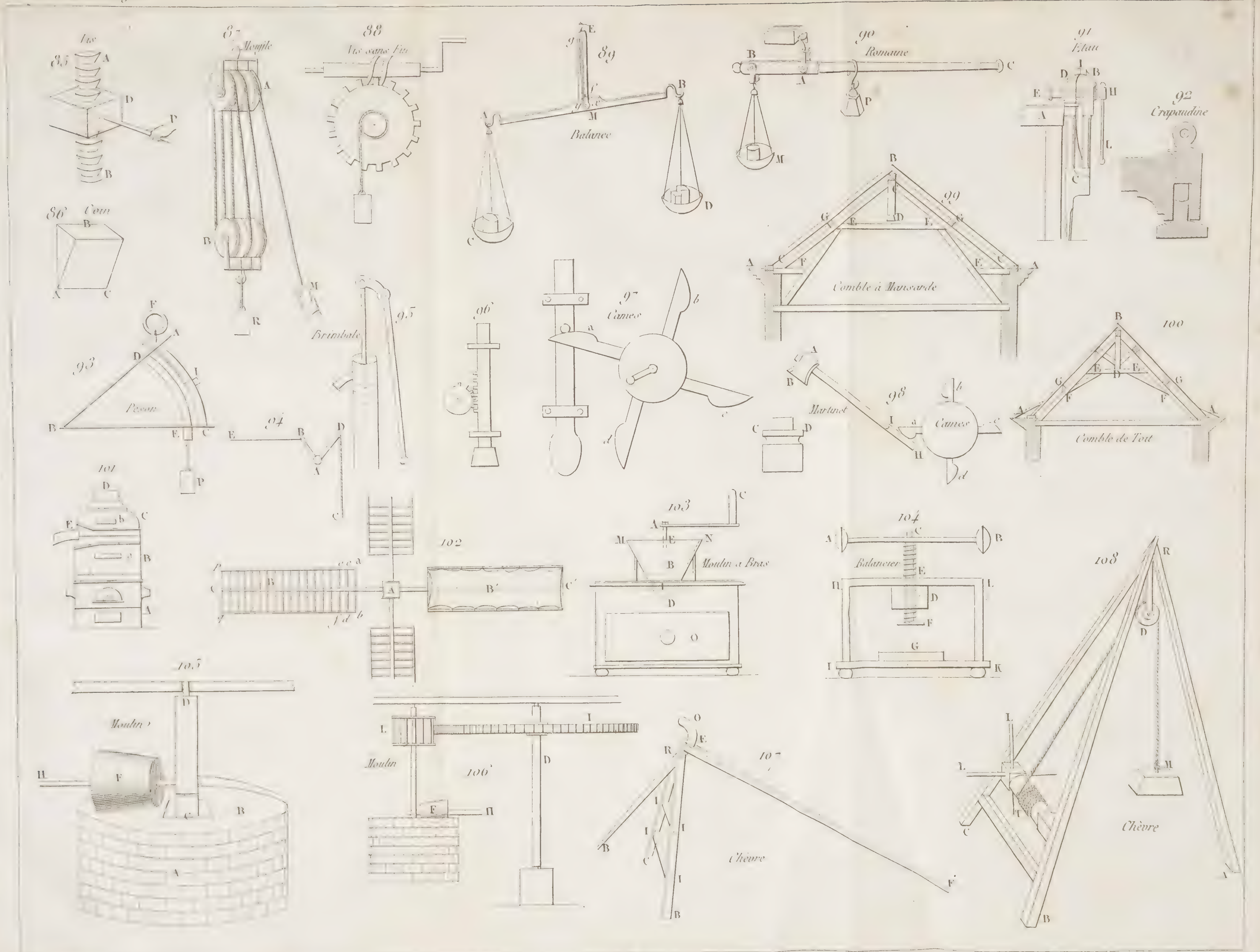
PARIS. — IMPRIMERIE DE FAIN ET THUNOT, RUE RACINE, 28.



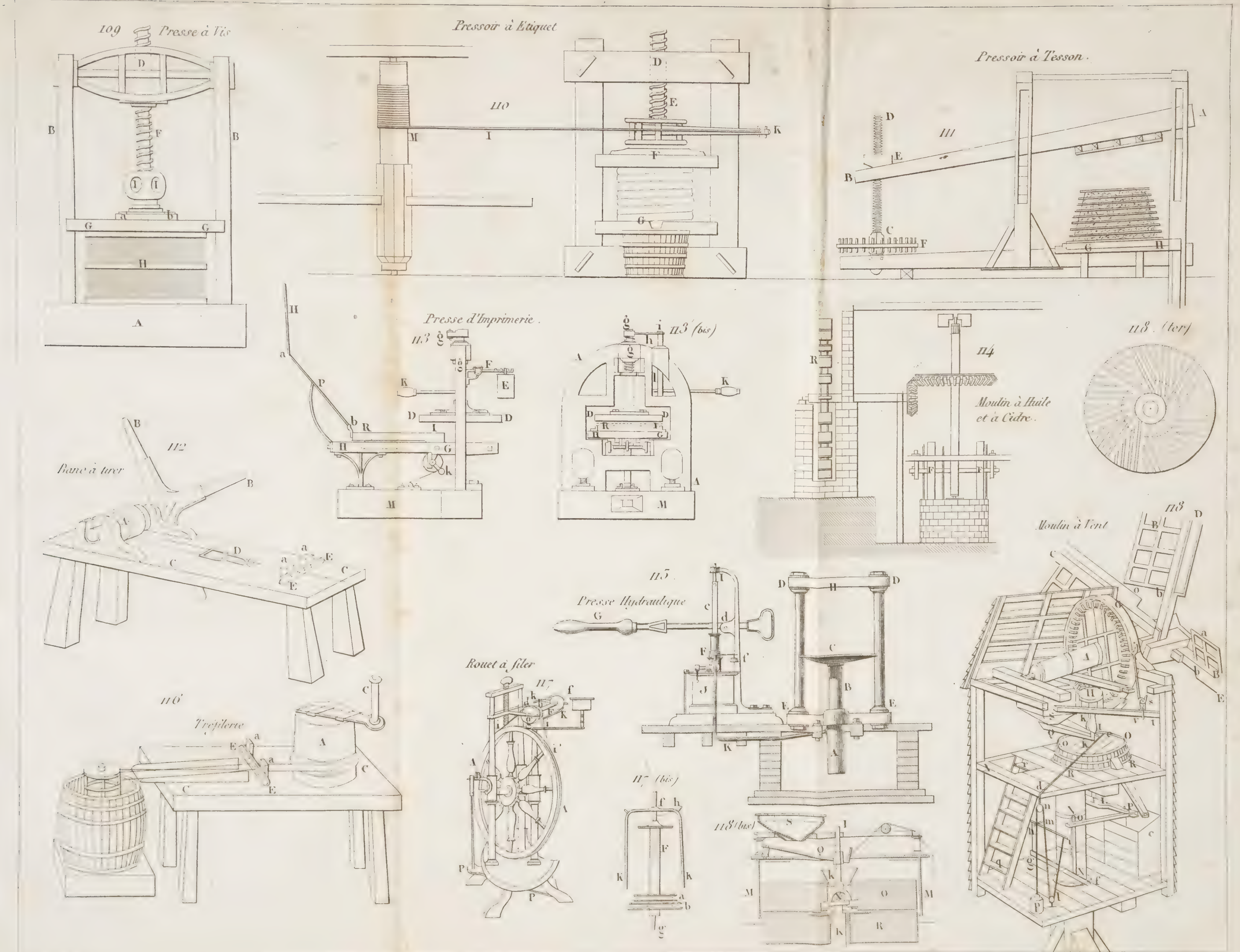
M. B. . Sculp.

Ornières Etroites

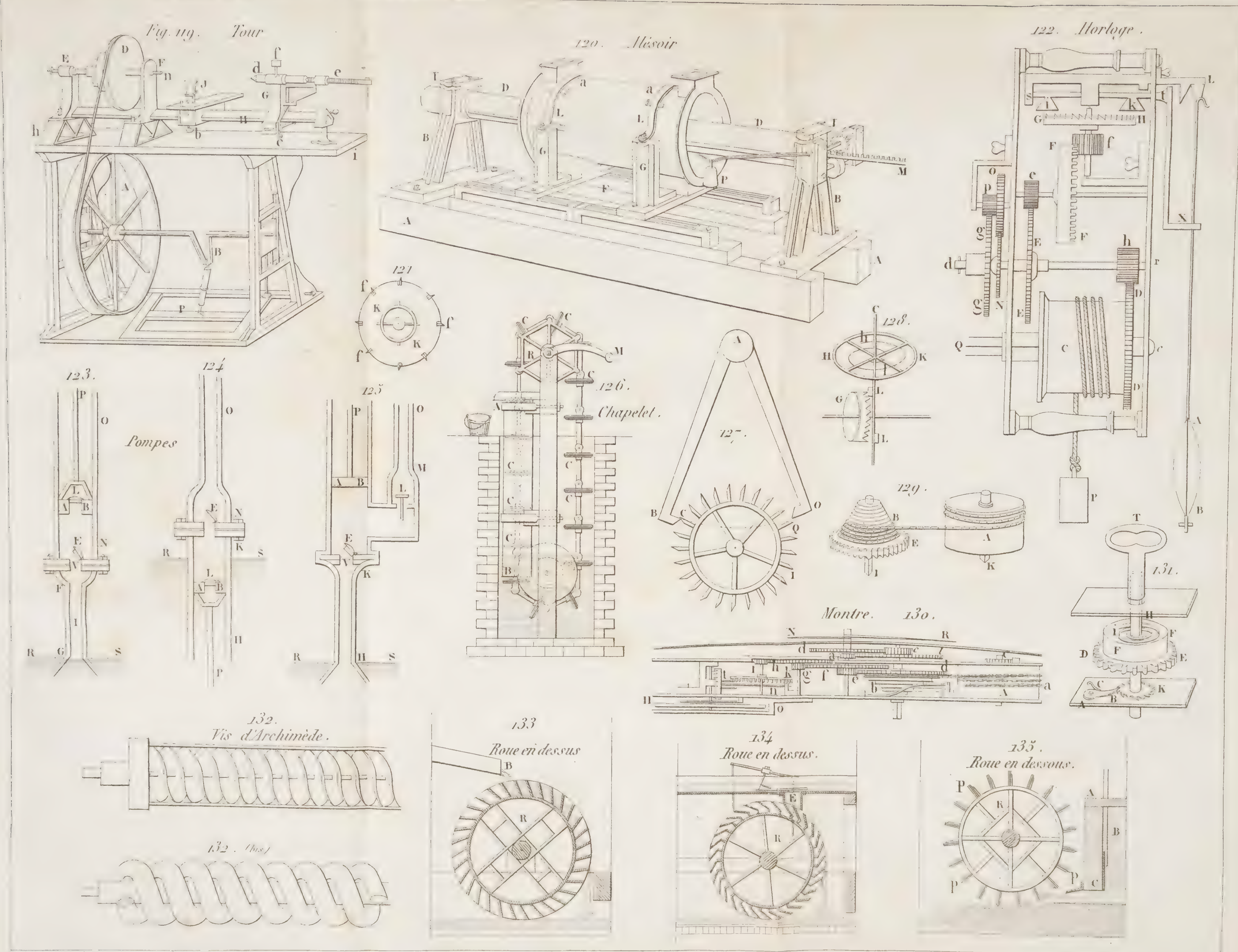
Ornières plates



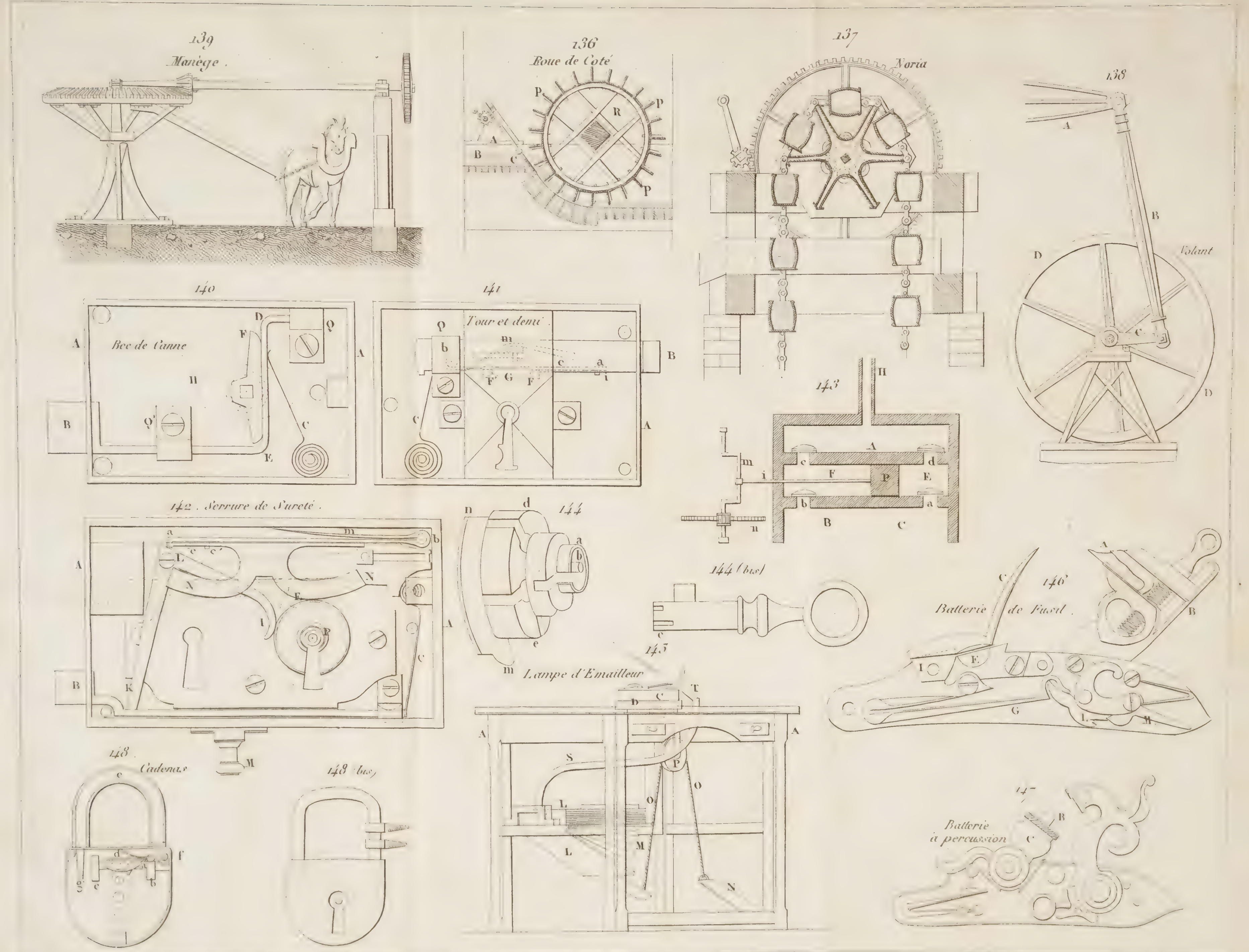
Millet Sculp.

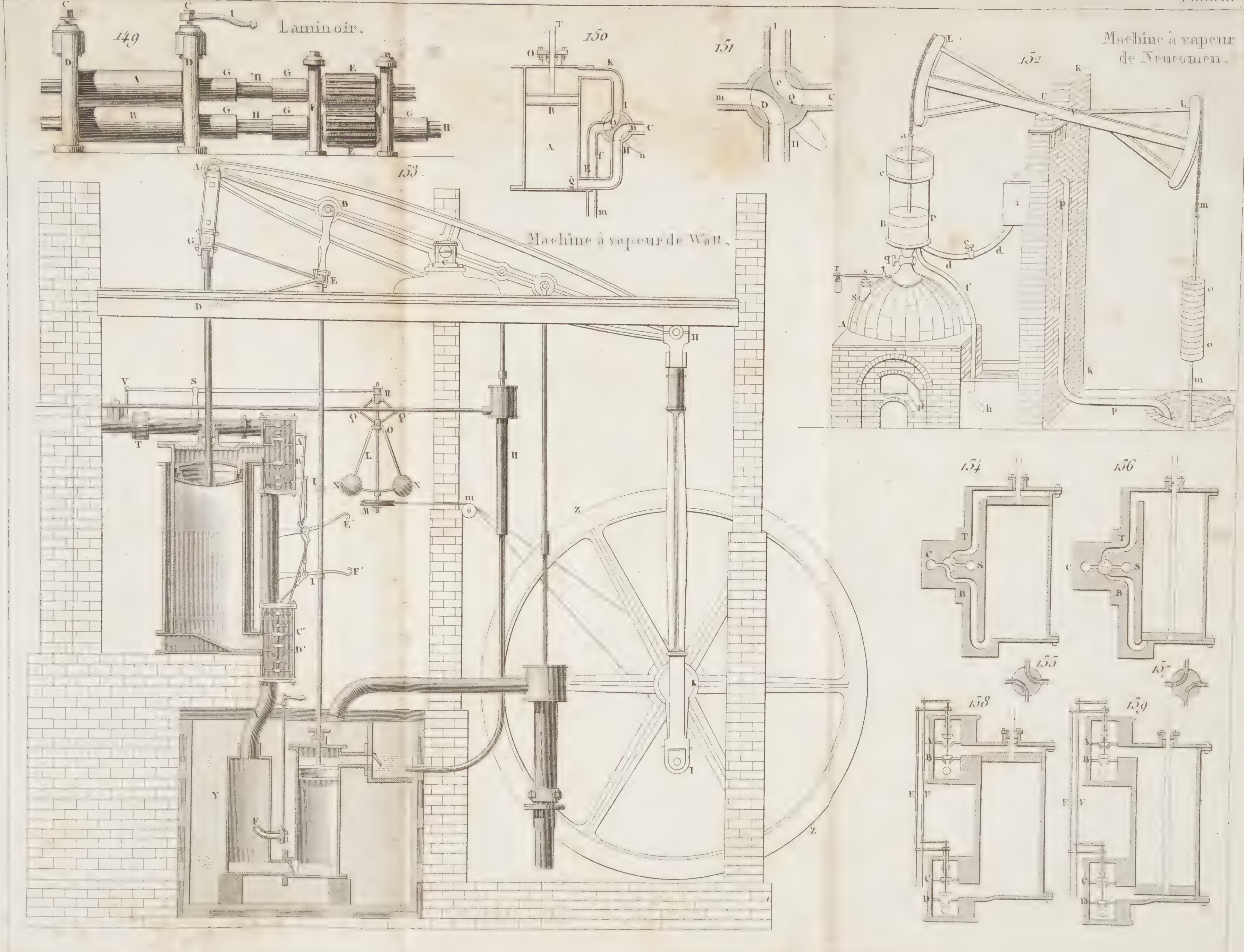


Millet Sculp.



Millet Sculp.t


139
Manège.
136
Roue de Coté
137
Noria
138
Volant
140
Bec de Canne
141
Tour et demi
143
142. Serrure de Sureté.
144
144 (bis)
145
Lampe d'Emailleur
146
Batterie de Fusil.
147
Batterie à percussion
148
Cadenas
148 (bis)


149
Laminoir.
150
151
152
Machine à vapeur
de Neucomen.
153
Machine à vapeur de Watt.
154
155
156
157
158
159

